

Préambule :

Ce document est un essai d'application de l'approche par compétence.

Dans cet ouvrage les leçons sont conçues en tenant compte des trois savoirs qui constituent à notre avis la compétence : le savoir être, le savoir et le savoir-faire.

- ❖ **‘Le savoir être** ‘est déterminé par les comportements et attitudes de l'apprenant ; sa motivation à connaître et à pouvoir appliquer les connaissances acquises.
- ❖ **‘Le savoir**’ le savoir est en partie donné par le professeur ou fait l'objet de recherches personnelles de l'apprenant.

Dans la rubrique ‘ce qu'il faut savoir’ nous avons regroupé toutes les connaissances théoriques (les définitions générales) que l'apprenant doit acquérir.

Il sera préférable que le professeur définisse chacun de ces termes en plénières avec les élèves.

- ❖ **‘Le savoir-faire**’ est la partie la plus importante de la leçon.

Cette partie est constituée d'activités à mener en fin d'aboutir à une compétence recherchée.

Les activités (d'abord traitées par les élèves sous forme de recherche) doivent systématiquement être corrigées en classe avec assistance du professeur.

Une synthèse partielle (faite par le professeur et les élèves) accompagnera chaque activité.

Sachant que le présent ouvrage est un essai, nous comptons sur la bonne compréhension et la bonne collaboration de nos collègues professeurs.

Nous remercions l'inspection générale de physique chimie et la direction du lycée technique de Bamako pour leur encouragement.

Un remerciement particulier au docteur Ismaël KEITA (EN sup), ainsi qu'aux collègues : Mamadou FOFANA, Kane DIALLO, Mamadou SANOGO pour leur sincère collaboration.

Nous voudrions bien que cet ouvrage vous serve d'appui; nous vous souhaitons bon usage et bonne année scolaire.

#### **Les auteurs**

Kalidou mariko , IBRAHIM DIARRA (CSLPAD), OUMAR DIARRA (lplanetE), DJAKARIDIA DIALLO(LTB), CHEIK KEITA(LTB)

---

**Sommaire**

**PHYSIQUE**

<b>1</b>	Mouvements du centre d’inertie d’un solide: .....	5
1.	Ce qu’il faut savoir .....	5
2.	Ce qu’il faut savoir faire.....	5
2.1	Enoncer la 2 <sup>ème</sup> Loi de Newton (ou RFD): .....	5
2.2	Déterminer quelques conséquences de la RFD : .....	5
2.3	Déterminer l’énergie mécanique .....	7
<b>2</b>	Projectiles dans le champ de pesanteur: .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1-	Ce qu’il faut savoir : .....	8
2-	Ce qu’il faut savoir faire.....	8
2.1	Etablir l’équation cartésienne de la trajectoire .....	8
2.2	Etablir l’expression de la portée du tir .....	9
2.3	Etablir l’expression de la flèche du tir.....	9
2.4	Résoudre les problèmes de tir.....	9
<b>3</b>	Mouvement d’une particule chargée dans un champ électrique uniforme : .....	11
1-	Ce qu’il faut savoir .....	11
2-	Ce qu’il faut savoir faire : .....	11
2.1	Caractériser le champ électrique entre deux plaques parallèles chargées : .....	11
2-2	Appliquer la RFD à une particule chargée dans un champ électrique uniforme :.....	12
2-3	Déterminer l’oscilloscope électronique.....	13
<b>4</b>	Mouvement d’une particule chargée dans un champ magnétique uniforme : .....	14
1.	Ce qu’il faut savoir .....	14
2.	Ce qu’il faut savoir faire.....	14
2.1	Caractériser la force de Lorentz .....	14
2.2	Etablir la nature et l’expression du rayon de la trajectoire d’un électron pénétrant dans un champ magnétique uniforme avec $\mathbf{V0}$ perpendiculaire au champ :.....	14
2.3	Déterminer le spectrographe de masse .....	15
2.4	Déterminer le cyclotron.....	16
<b>5</b>	Satellites: .....	16
1.	Ce qu’il faut savoir .....	17
2.	Ce qu’il faut savoir faire.....	17
2.1	Etablir l’expression de la vitesse d’un satellite de la terre. ....	17
2.2	Etablir l’expression de la période d’un satellite .....	17
2.3	Etablir l’expression de la 3 <sup>ème</sup> loi de Kepler.....	18

2.4 Etablir l'expression de l'énergie mécanique d'un satellite de la terre.....	18
<b>6</b> Calorimétrie:.....	18
1. Ce qu'il faut savoir.....	19
2. Ce qu'il faut savoir faire.....	19
2.1 Appliquer le principe d'échange de la chaleur :.....	19
2.3 Enoncer le 1 <sup>er</sup> principe de la thermodynamique .....	19
2.3 Expliquer les transformations mutuelles d'énergie : .....	20
<b>1</b> Stéréochimie.....	48
1- Ce qu'il faut savoir.....	48
2- Ce qu'il faut savoir faire.....	48
2.1 Identifier les atomes de carbones asymétriques .....	48
2.2 Représenter une molécule dans l'espace .....	48
<b>2</b> Isomérisation.....	50
1- Ce qu'il faut savoir.....	50
2- Ce qu'il faut savoir faire .....	50
2-1 Déterminer l'isomérisation plane.....	50
2-2 Déterminer les Conformères .....	51
2-3 Déterminer les énantiomères.....	51
2-4 Déterminer les isomères Z-E.....	51
2-6 Déterminer les isomères optiques .....	51
<b>3</b> Alcools .....	52
1- Ce qu'il faut savoir.....	53
2- Ce qu'il faut savoir faire .....	53
2-1 Déterminer la structure d'un alcool et les trois (3) classes d'alcools .....	53
2-2 Préparer les alcools par hydratation d'alcènes .....	Erreur ! Signet non défini.
2-3 Déterminer quelques propriétés chimiques des alcools .....	53
2-4 Déterminer les polyalcools.....	54
<b>4</b> Les amines.....	55
1- Ce qu'il faut savoir.....	55
2- Ce qu'il faut savoir faire .....	56
2-1 Déterminer les trois classes d'amines.....	56
2-2 Nommer les amines.....	56
2-3 Déterminer quelques propriétés des amines.....	56
2-4 Préparer les amines.....	57
<b>5</b> Les acides carboxyliques.....	57

1-	Ce qu'il faut savoir .....	57
2-	Ce qu'il faut savoir faire.....	58
2-1	Nommer un acide carboxylique.....	58
2-2	Déterminer quelques propriétés des acides carboxyliques .....	58
2-3	Déterminer les dérivés d'acides carboxyliques .....	58
<b>6</b>	<b>Acides <math>\alpha</math> aminés ou <math>\alpha</math>-AA .....</b>	<b>61</b>
1-	Ce qu'il faut savoir : .....	61
2-	Ce qu'il faut savoir faire.....	61
2-1	Déterminer les configurations d'un acide $\alpha$ -aminé. ....	61
2-3	Déterminer les propriétés acides et basiques d'un $\alpha$ -AA .....	62
2-2	Déterminer les formes ioniques d'un $\alpha$ -AA .....	62
2-4	Déterminer le caractère amphotère d'un acide $\alpha$ -aminé.....	62
2-4	Déterminer un dipeptide.....	62
<b>7</b>	<b>Les polymères synthétiques.....</b>	<b>63</b>
1-	Ce qu'il faut savoir .....	63
2-	Ce qu'il faut savoir faire.....	63
2-1	Déterminer les polymères de polyadditions .....	63
2-2	Déterminer le polychlorure de vinyle (PVC) .....	63

## Mouvements du centre d'inertie d'un solide:

**Situation problème :** Lors des cours de vacance le professeur de physique chimie de Amadou et Sali a parlé de Newton et de ses lois. Il a évoqué l'existence de référentiels dans lesquels peuvent s'étudier différents mouvements des solides. Le professeur a mis l'accent sur l'énergie mécanique et les lois que l'on peut utiliser pour la résolution de différents problèmes mécaniques. Amadou et ses camarades veulent bien s'approprier toutes les notions évoquées par le professeur.

### 1. Ce qu'il faut savoir

À partir des documents disponibles définis :

- ❖ Un référentiel Galiléen:
- ❖ Un système accéléré :
- ❖ Un système isolé (ou pseudo isolé) :
- ❖ Un repère de Frenet :
- ❖ Le moment d'inertie d'un solide :
- ❖ L'énergie cinétique :
- ❖ L'énergie potentielle de pesanteur :
- ❖ L'énergie mécanique :
- ❖ Le travail d'une force :
- ❖ La quantité de mouvement :
- ❖ Un système conservatif :

### 2. Ce qu'il faut savoir faire

#### 2.1 Enoncer la 2<sup>ème</sup> Loi de Newton (ou RFD):

##### Activité 1 : Enoncé de la RFD (Théorème du centre d'inertie)

On considère un solide de masse  $m = 1\text{ kg}$  en translation sous l'action de différentes forces de résultante  $\vec{F}$  de valeurs  $F$  (tableau)

F (N)	2	2,02	2,04	2,05	2,08
$\frac{F}{m}$ (N/kg)					

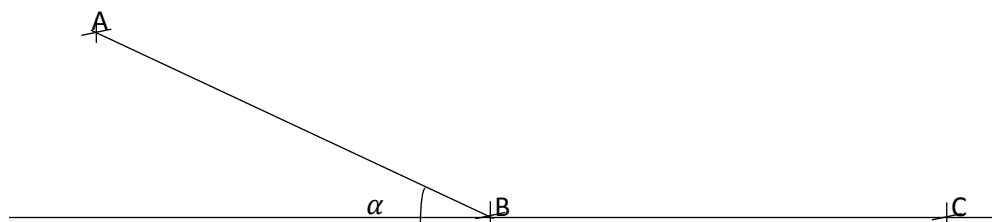
**Consigne :**

1. Calcule dans chaque cas le rapport  $k = \frac{F}{m}$  ; complète le tableau.
2. Compare les différentes valeurs de  $k$  ; puis conclus.
3. La constante  $k$  est l'accélération  $a$  du centre d'inertie du solide
  - 3-1 Dédus la relation entre  $F$  et  $a$  ; puis entre  $\vec{F}$  et  $\vec{a}$
  - 3-2 La relation trouvée est la RFD
  - 3-3 Enonce la RFD ou 2<sup>ème</sup> loi de Newton ou Théorème du centre d'inertie

#### 2.2 Déterminer quelques conséquences de la RFD :

##### Activité 2 : Détermination de la nature d'un mouvement rectiligne (uniforme, uniformément varié)

Un point matériel de masse  $m$  part sans vitesse initiale de A ; il arrive en B à la vitesse  $v_B$ . Il continue son mouvement à vitesse constante entre B et C suffisamment long (figure). Les frottements sont négligés



**Consigne :**

1. Mouvement entre A et B

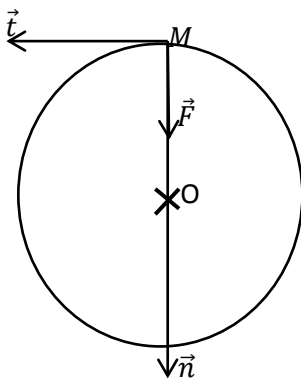
- 1.1 Fais le bilan des forces appliquées au point matériel entre A et B
- 1.2 Applique la RFD au point matériel entre A et B
- 1.3 Trouve les projections de chacune des forces dans un repère orthonormé d'origine A et d'axes  $\vec{Ax}$  (confondu avec  $\vec{AB}$ ) et  $\vec{Ay}$
- 1.4 Trouve la composante  $a_x$  de l'accélération
- 1.5 En déduis la nature du mouvement entre A et B.
- 1.6 Ecris l'équation horaire du mouvement du point matériel entre A et B.
- 1.7 Trouve la durée du mouvement entre A et B

2. Mouvement entre B et C

- 2.1 Fais le bilan des forces appliquées au point matériel entre B et C
- 2.2 Applique la RFD au point matériel entre B et C
- 2.3 En déduis la valeur de  $a$  en appliquant le principe des actions réciproques (3<sup>ème</sup> loi de Newton)
- 2.4 Trouve la nature du mouvement entre B et C.
- 2.5 Enonce le principe de l'inertie (1<sup>ère</sup> loi de Newton)

**Activité 3 : Détermination du mouvement circulaire uniforme**

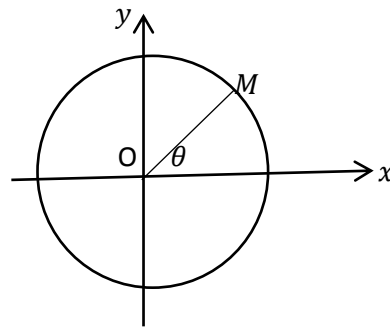
On considère un point matériel en mouvement sur un cercle de rayon  $R$ , sous l'action de forces de résultante constante  $\vec{F}$  (figure)



**Consigne**

1. Nature du mouvement

- 1.1 Fais le bilan des forces exercées sur le point matériel en M.
  - 1.2 Applique la RFD au point matériel
  - 1.3 Trace  $\vec{a}$  et trouve ses coordonnées dans le repère  $(M, \vec{t}, \vec{n})$  de Frénet.
  - 1.4 En déduis que  $v = \text{constante}$  en posant  $a_t = \frac{dv}{dt}$
  - 1.5 Trouve enfin la nature du mouvement
  - 1.6 Ecris les équations horaires des abscisses curviligne et angulaire
  - 1.7 En déduis la relation entre les abscisses curviligne ( $s$ ) et angulaire ( $\Theta$ )
2. Equation cartésienne de la trajectoire ; expressions de  $v$  et  $a$  :



2.1

- Trouve en fonction de  $R$  et  $\theta$  les coordonnées  $x$  et  $y$  de  $\overrightarrow{OM}$
- Fais la somme membre à membre des carrés de  $x$  et  $y$ .
- En déduis l'équation cartésienne de la trajectoire

2.2

- Trouve les coordonnées  $v_x = \frac{dx}{dt}$  et  $v_y = \frac{dy}{dt}$  de  $\vec{v}$  en posant  $\theta = \omega t$
- En déduis la norme  $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

2.3

- Trouve les coordonnées  $a_x = \frac{dv_x}{dt}$  et  $a_y = \frac{dv_y}{dt}$  de  $\vec{a}$
- En déduis que  $a = \frac{v^2}{R}$ ; écris l'expression de la RFD pour un mouvement circulaire.

### 2.3 Déterminer l'énergie mécanique

#### Activité 4 : Enoncé du théorème de l'énergie cinétique

Soit un point matériel en mouvement rectiligne uniformément varié sur une piste AB.

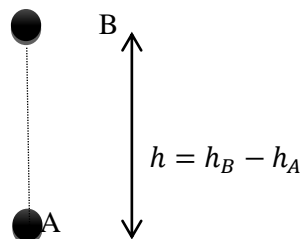
Consigne :

1. Ecris la relation indépendante du temps entre  $a$ ,  $v_A$ ,  $v_B$  et  $d = x_B - x_A$
2. Multiplie chaque membre de la relation par  $\frac{1}{2}m$
3. En déduis que la variation de l'énergie cinétique  $\Delta E_C = E_{C_B} - E_{C_A} = F \times d$
4. Enonce le théorème de l'énergie cinétique

#### Activité 4 : Etablissement de la loi de conservation de l'énergie mécanique

Soit un point matériel lancé verticalement dans le champ de pesanteur de A vers B (figure).

La référence est le sol. L'altitude de A est  $h_A$  et celle de B est  $h_B$ .



Consigne :

1. Donne l'expression de l'énergie mécanique du point matériel en A et en B
2. Montre que la variation de l'énergie mécanique  $\Delta E(A, B) = E_B - E_A = \Delta E_C(A, B) + \Delta E_P(A, B)$
3. Sachant que  $\Delta E_C(A, B) = -mgh$  et  $\Delta E_P(A, B) = +mgh$  montre que  $\Delta E(A, B) = 0$

En déduis l'énoncé de la loi de conservation de l'énergie mécanique

## Projectiles dans le champ de pesanteur:

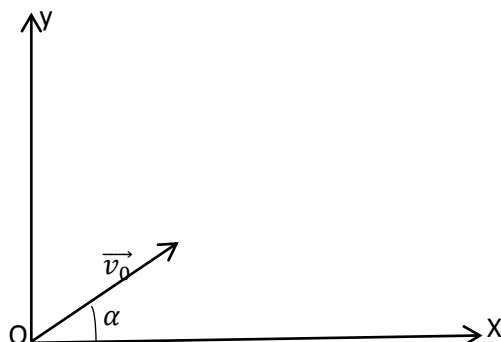
**Situation problème :** Lors des derniers jeux olympiques Rio 2016, le joueur Brésilien de foot balle Neymar a exécuté un coup franc direct. Aly, élève de terminale STI a relevé plusieurs termes du commentaire diffusé à la télé. Il veut comprendre tous les termes liés au projectile. L'élève veut s'approprier les techniques d'étude du mouvement de tout système lancé dans le champ de pesanteur. L'un de ses camarades veut aussi comprendre comment les militaires déterminent les angles de tir pour l'atteinte sûre de cibles.

1- **Ce qu'il faut savoir :**

*A partir des documents disponibles définis :*

- ❖ Le champ de pesanteur
- ❖ un projectile
- ❖ Le point de tir
- ❖ Le sommet
- ❖ Le point d'impact
- ❖ La portée
- ❖ la flèche
- ❖ la cible
- ❖ L'angle de tir
- ❖ La parabole de sûreté

2- **Ce qu'il faut savoir faire**



**Contexte :**

Pour effectuer le coup franc, Neymar pose le ballon en O et il lui communique une vitesse initiale  $\vec{v}_0$  faisant un angle  $\alpha$  avec l'horizontale (figure). Le repère (O,x,y) est galiléen.

### 2.1 Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire

**Activité 1 : Etablissement de l'équation cartésienne de la trajectoire.**

**Consigne :**

- 1.1 Fais le bilan des forces exercées sur le ballon
- 1.2 Applique la RFD au système (projectile)
  3. Trouve dans l
  4. e repère (O, x, y) les coordonnées :
- 2.1 A l'instant initial (t=0) du :
  - Vecteur position
  - Vecteur vitesse
- 2.2 A un instant quelconque (t ≠ 0)
  - Vecteur accélération
  - Vecteur vitesse



- Vecteur position

3

- 3.1 Trouve l'expression de t en fonction de x
- 3.2 Remplace t par son expression dans y(t), tu trouves l'équation cartésienne de la trajectoire
- 3.3 Ecris l'équation cartésienne de la trajectoire
- 3.4 Donne la nature de la trajectoire ; trace son allure.

## 2.2 Etablir l'expression de la portée du tir

**Activité 2:** Expression de la portée ( $x_p = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$ )

**Consigne:**

- 1.1 Donne les coordonnées du point d'impact P.
- 1.2 Résous l'équation  $y(x) = 0$
- 1.3 Ecris l'expression de la portée. Pour quelle valeur de  $\alpha$  cette portée est-elle maximale

## 2.3 Etablir l'expression de la flèche du tir

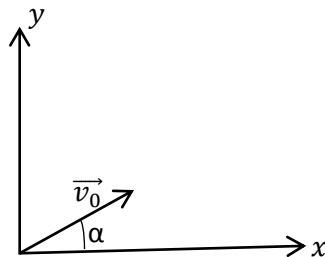
**Activité 3:** Etablissement de l'expression de la flèche h

**Consigne : Au sommet s, la composante  $v_y$  de  $\vec{v}$  est nulle.**

- 1- Trace le vecteur vitesse  $\vec{v}_s$  au sommet s
- 2- Trouve les coordonnées de  $\vec{v}_s$
- 3- En posant  $v_{y_s} = 0$ , trouve la date  $t_s$  d'arrivée du projectile au sommet S de la trajectoire.
- 4- Remplace t par  $t_s$  dans l'expression  $y(t)$ , tu trouves  $y_s$  qui est la flèche.
- 5- Ecris l'expression de la flèche. Pour quelle valeur de  $\alpha$  est-elle maximale ?

## 2.4 Résoudre les problèmes de tir

Du centre de commandement de la MINUSMA à Gao, un canon tir un obus d'un point O situé au sol. On donne  $v_0 = 1080 \text{ km/h}$



### Activité 4 : Détermination des angles de tir (tir en cloche, tir tendu).

L'obus tiré doit tomber en un point P situé sur le sol  $ox$  à la distance  $d=6 \text{ km}$  de O.

**Consigne :**

1. Ecris l'expression de la portée du tir
  2.
    - 2.1 Tire l'expression de  $\sin 2\alpha$  ; calcule sa valeur A
    - 2.2 Résous l'équation  $\sin 2\alpha = A$
    - 2.3 Les angles  $\alpha_1$  et  $\alpha_2$  trouvés correspondent :
      - Au tir tendu (pour le plus petit angle  $\alpha_1$ )
      - Au tir en cloche (pour  $\alpha_2$ )
- Trace les allures des trajectoires. Calcule la durée de chacun des tirs. En déduis le tir le plus efficace (tir de plus courte durée).

### Activité 5 : Détermination de l'équation de la parabole de sûreté.

**Consigne :**

L'obus doit atteindre une cible ponctuelle C de coordonnées  $x_c$  et  $y_c$ .

1. Ecris l'équation cartésienne de la trajectoire
2. La cible C est atteinte si ses coordonnées vérifient l'équation de la trajectoire
  - 2.1 Remplace x et y par les coordonnées de C dans l'équation cartésienne

2.2 Sachant que  $\frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \tan^2 \alpha$

- Trouve une équation du second degré en  $\tan \alpha$
- Calcule le discriminant de cette équation.
- Pose la condition d'existence de deux solutions pour cette équation.
- L'équation du second degré en  $x_c$  (pour  $\Delta=0$ ) est celle de la parabole de sûreté : écris cette équation puis trace la parabole de sûreté.
- Discute (Avis du professeur)

### 3 Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme :

**Situation problème :** Lors de sa préparation pour une Olympiade de sciences et techniques, Oumar s'est intéressé au mouvement des particules chargées dans un champ électrique uniforme. Son encadreur lui a parlé de condensateurs, d'accélérateurs de particules, d'appareil de déviation, de canon à électrons associé à un appareil. Oumar, déterminé à réussir veut bien s'approprier tous ces termes.

#### 1- Ce qu'il faut savoir

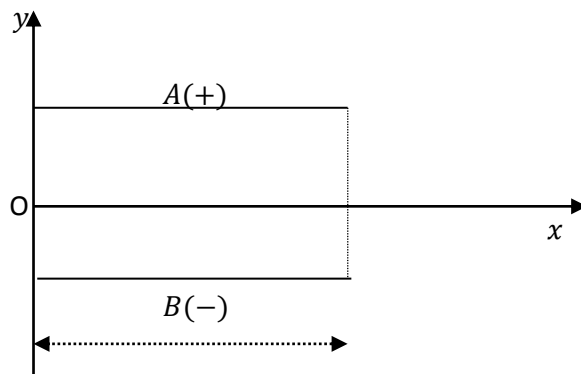
À partir des documents disponibles, définis :

- ❖ Champ électrique uniforme
- ❖ La force électrique
- ❖ La déviation angulaire
- ❖ La déflexion électrostatique
- ❖ L'oscilloscope électronique

#### 2- Ce qu'il faut savoir faire :

##### 2.1 Caractériser le champ électrique entre deux plaques parallèles chargées :

###### Activité1 : Caractérisation du champ et de la force électriques



**Consigne :**

#### 1. Champ électrique $\vec{E}$

- 1.1 Trouve le signe de la tension  $U_{AB} = v_A - v_B$  entre A et B.
- 1.2 Trace le vecteur champ  $\vec{E}$  entre A et B.
- 1.3 Donne les caractéristiques de  $\vec{E}$
- 1.4 Donne les coordonnées de  $\vec{E}$  dans (O,x,y).

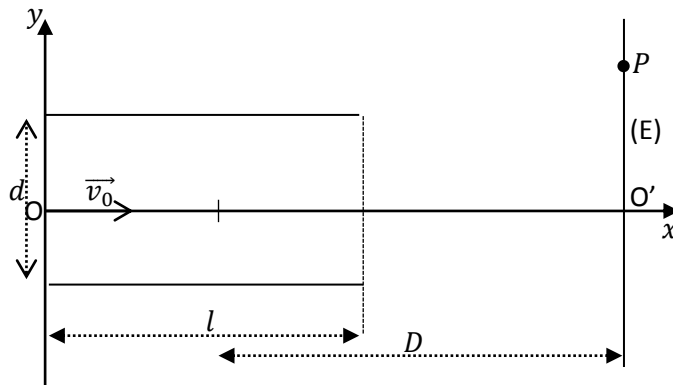
#### 2. Force électrique $\vec{F}_e$ :

Trace le vecteur force électrique  $\vec{F}_e$  appliquée :

- 2.1 A un électron situé entre A et B
- 2.2 A un proton situé dans le champ
- 2.3 A une particule  $\alpha$  ( $H_e^{2+}$ ) à l'intérieur des plaques

**2-2 Appliquer la RFD à une particule chargée dans un champ électrique uniforme :**

Un électron pénètre dans un champ électrique uniforme avec une vitesse  $\vec{v}_0$  perpendiculaire au champ  $\vec{E}$ . Après déviation il impacte en P sur l'écran (E).



**Activité 2: Etablissement de l'équation cartésienne de la trajectoire cas ou  $V_0 // E$**

**Consigne:**

1.
  - 1.1 Fais l'inventaire des forces appliquées à l'électron dans le champ  $\vec{E}$
  - 1.2 Compare les valeurs de  $\vec{F}_e$  et  $\vec{P}$  pour  $E = 10^5 V/m$ . Conclue
  - 1.3 Applique la RFD à l'électron
2. Trouve les coordonnées de chacun des vecteurs suivants :
  - 2.1 A l'instant initial ( $t=0$ )
    - position  $\vec{OG}_0$
    - Vitesse  $\vec{V}_0$
  - 2.2 A un instant quelconque ( $t \neq 0$ )
    - Accélération  $\vec{a}$
    - Vitesse  $\vec{V}$
    - Position  $\vec{OG}$
- 3-
  - 3.1 Trouve l'expression de t en fonction de x
  - 3.2 Remplace t par son expression dans y(t) ; tu trouves l'équation cartésienne de la trajectoire.
  - 3.3 Ecris l'équation cartésienne de la trajectoire
  - 3.4 Ecris l'équation cartésienne de la trajectoire en fonction de E, m, e,  $v_0$  et x puis en fonction U, m, d,  $v_0$  et x.
  - 3.5 Donne la nature de la trajectoire ; trace son allure.

**Activité 3 : Condition de sortie du champ**

**Consigne :**

1.
  - 1.1 Identifie le point de sortie (S) de l'électron du champ
  - 1.2 Trouve les coordonnées de (S)
  - 1.3 En déduis la condition de sortie de l'électron du champ
  - 1.4 Trouve les coordonnées du vecteur vitesse au point S ; calcule sa norme puis dire si le champs électrique est accélérateur de particule ou non.
  - 1.5 Trouve l'expression de la déviation angulaire  $\alpha$
  - 1.6 Ecris l'expression de la charge massique  $\frac{e}{m}$  de l'électron.

**Activité 5 : Etablissement de l'équation cartésienne de la trajectoire cas ou  $V_0$  et E forme un angle  $\alpha$**

**Activité 4 : Déflexion sur l'écran**

I étant le milieu du champ et P le point d'impact de l'électron sur l'écran.

**Consigne:**

1.

1.1 Trouve la nature du mouvement de l'électron entre S et l'écran.

1.2 Trace la droite IP

2. Du triangle IO'P, détermine la distance (O'P)

Montre que la déflexion  $y$  est proportionnelle à la tension  $U$

Donne une application de la déflexion électrique.

**2-3 S'approprier l'oscilloscope électronique**

**Activité 5 : Oscilloscope électronique**

**Consigne :**

1.1 A l'aide d'un schéma, décris l'oscilloscope (un schéma sera proposé par le professeur).

1.2 Donne son principe de fonctionnement

## 4 Mouvement d'une particule chargée dans un champ Magnétique uniforme :

**Situation problème :** Au cours d'une recherche documentaire les élèves d'une classe de STI ont découvert une revue scientifique dans laquelle il est question de force de Lorentz, de déviation des particules chargées de séparation de particules isotopes dans un spectrographe de masse, de cyclotron... Les élèves veulent bien s'approprier ces notions.

1- **Ce qu'il faut savoir :**

*A partir des documents disponibles définis :*

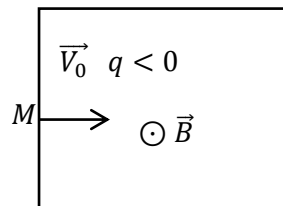
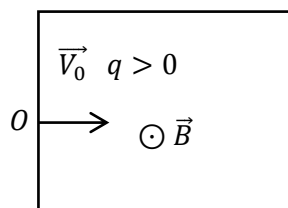
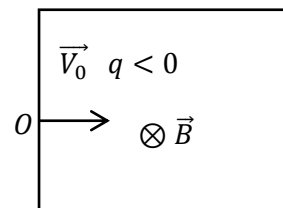
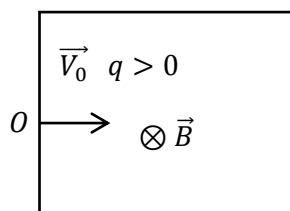
- ❖ La force de Lorentz
  - ❖ La déviation magnétique angulaire
  - ❖ La déflexion magnétique
  - ❖ Le spectrographe de masse
  - ❖ Le cyclotron
2. **Ce qu'il faut savoir faire**

### 2.1 Caractériser la force de Lorentz

**Activité1 : Caractérisation de  $\vec{F}_m$**

Consigne : Dans chacun des cas suivants :

- 1- Trace le vecteur  $q\vec{V}_0$
- 2- Trouve la direction et le sens de  $\vec{F}_m$

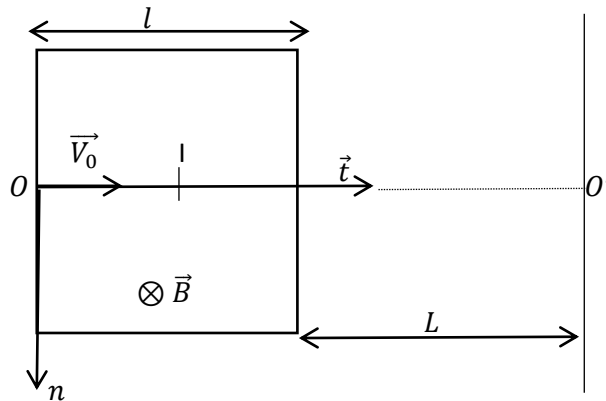


- 3- Sachant que  $F_m = |q|vB\sin\alpha$ , trouve la valeur de  $\vec{F}_m$  lorsque :

- ❖  $q = 0 ; B \neq 0$  ?
- ❖  $q \neq 0, \vec{B}$  parallèle à  $\vec{V}$  ?
- ❖  $q \neq 0, V=0$  ?

### 2.2 Etablir la nature et l'expression du rayon de la trajectoire d'un électron pénétrant dans un champ magnétique uniforme avec $\vec{V}_0$ perpendiculaire au champ :

Un électron pénètre en O à la vitesse  $\vec{V}_0$  dans un champ magnétique  $\vec{B}$ . Il sort du champ en un point S avant d'impacter en P sur un écran (E).



## Activité 2 : Mouvement d'un électron dans un champ magnétique uniforme

### Consigne :

1.
  - 1.1 Fais le bilan des forces appliquées sur l'électron en O.
  - 1.2 compare les valeurs de  $\vec{F}_m$  et  $\vec{P}$ . Conclue.
- Pour  $B = 0,2 T, v_0 = 10^6 \text{ m/s}$ .
2.
  - 2.1 Applique la RFD à l'électron
  - 2.2 Trace un repère de Frenet  $(O, \vec{t}, \vec{n})$  d'origine O.
  - 2.3 Trouve les coordonnées de  $\vec{a}$  dans  $(O, \vec{t}, \vec{n})$ .
  - 2.4 En déduis :
    - La nature du mouvement de l'électron
    - L'expression du rayon de la trajectoire de l'électron.
  - 2.5 Dis comment varie R, lorsque :
    - Pour  $V_0 = \text{constante et } B \text{ diminue}$
    - Pour  $B = \text{constante et } V_0 \text{ augmente}$
    - Pour  $\vec{V}_0$  parallèle à  $\vec{B}$ .
  - 2.6 Trouve l'expression de la période du mouvement.
  - 2.7 En considérant l'arc  $\widehat{OS} \approx l = R\alpha$  trouve l'expression de la déviation angulaire de l'électron à la sortie du champ en fonction de  $|q|; B; l; m$  et  $v_0$

## Activité 3 : Etablissement de l'expression de la déflexion magnétique

### Consigne :

1.
  - 1.1 trouve la nature du mouvement de l'électron entre les points de sortie et d'impact P sur l'écran.
  - 1.2 Trace la droite IP
2. La distance O'P est la déflexion magnétique
  - 2.1 En considérant le triangle IO'P, trouve l'expression de OP en fonction de  $\tan \alpha$
  - 2.2 L'angle  $\alpha$  étant faible,  $\tan \alpha \approx \alpha \text{ rad}$ 
    - Trouve l'expression de  $\tan \alpha$  en fonction de  $|q|; B; v_0; m$  et  $l$
    - En déduis l'expression de la déflexion magnétique  $D_m$ .
    - En déduis le rapport  $\frac{e}{m}$  appelé charge massique.

## 2.3 S'approprier le spectrographe de masse

### Activité 4 : Spectrographe de masse

#### 1. Consigne :

- 1.1 Fais le schéma du spectrographe de masse (un schéma sera proposé par le professeur).
- 1.2 Identifie les différentes parties de l'appareil

2. Donne le principe de fonctionnement de l'appareil.
3.
  - 3.1 Applique le TEC à un ion de charge  $q$ , entre les points de sortie des chambres d'ionisation et d'accélération.
  - 3.2 Déduis l'expression de la vitesse de sortie d'un ion de masse  $m_1$  ; puis celle d'un ion de masse  $m_2$  en fonction de  $|q|$ ;  $m$  et  $U$ .
  - 3.3 Fais le rapport  $\frac{v_2}{v_1}$ . Conclue
4.
  - 4.1 Trouve l'expression du rayon de la trajectoire d'un ion dans la chambre de séparation en fonction de  $|q|$ ;  $v$ ;  $m$  et  $B$ .
  - 4.2 Remplace  $v$  par son expression. En déduis l'expression de  $R$  en fonction de  $|q|$ ;  $B$ ;  $m$  et  $U$ .
  - 4.3 En déduis le rapport  $\frac{m_2}{m_1}$  des masses des ions. Conclue.
  - 4.4 Trace les trajectoires des ions de masse  $m_1$  et  $m_2$ .
  - 4.5 Exprime la distance  $d$  entre les impacts  $T_1$  et  $T_2$  sur la plaque sensible.
  - 4.6 Donne l'expression du nombre de chaque isotope connaissant les intensités des courants et le temps  $t$ . En déduis la composition isotopique

## 2.4 S'approprier le cyclotron

### Activité 5 : Le cyclotron

#### Consigne :

1.
  - 1.1 Fais le schéma du cyclotron (un schéma sera proposé par le professeur).
  - 1.2 Identifie les différentes parties de l'appareil.
  - 1.3 Donne son principe de fonctionnement.
2.
  - 2.1 Détermine la nature de la trajectoire d'un proton dans  $D_1$ .
  - 2.2 Trouve la durée du mouvement de la particule dans  $D_1$ .
  - 2.3 En déduis la période de la tension entre  $P_1$  et  $P_2$ .
3. Explique
  - 3.1 Pourquoi la tension entre  $P_1$  et  $P_2$  est alternative ?
  - 3.2 Pourquoi sa période est égale à celle du mouvement ?
4.
  - 4.1 Applique TEC au proton entre  $P_1$  et  $P_2$ .
  - 4.2 En déduis l'augmentation  $\Delta E_C$  de l'énergie cinétique de la particule dans l'espace champ électrique.
  - 4.3 Trouve l'expression de l'énergie cinétique maximale de la particule en fonction de la masse  $m$  de la particule, du rayon  $R_D$  du cyclotron, de  $B$  et de  $q$ .
  - 4.4 En déduis le nombre de tours effectués par la particule dans le cyclotron en négligeant la vitesse d'entrée en  $O$  devant celle de sortie de l'appareil.



**Situation problème :** Au cours d'une conférence internationale Awa et Madou ont appris qu'il existe des satellites naturels et artificiels, des satellites de télécommunication et autres. Confus, les élèves ont posé plusieurs questions à leur professeur de physique-chimie pour mieux comprendre.

1. *Ce qu'il faut savoir :*

*A partir des documents disponibles définis :*

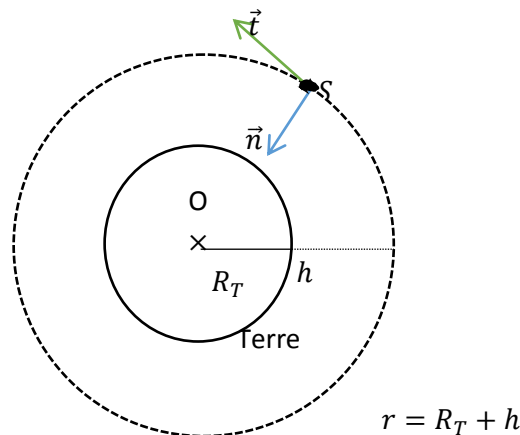
- un repère géocentrique
- Un objet à répartition de masse à symétrie sphérique
- Un satellite
- Un satellite de la terre (exemples)
- Le rayon de l'orbite
- Un satellite géostationnaire (caractéristiques)

2. *Ce qu'il faut savoir faire*

**2.1 Etablir l'expression de la vitesse d'un satellite de la terre.**

**Contexte :** On considère un satellite (S) tournant à l'altitude  $h$  du sol de la terre. (Figure)

**Activité1 :** Etablissement de l'expression de la vitesse d'un satellite.



**Consigne :**

1.
  - 1.1 Trace le vecteur force qui détermine le mouvement du satellite autour de la terre. Donne sa nature.
  - 1.2 Applique la RFD au satellite
2.
  - 2.1 Trouve les coordonnées de  $\vec{a}$  dans le repère  $(S, \vec{t}, \vec{n})$  de Frenet.
  - 2.2 Donne l'expression du champ de pesanteur  $g_h$  à l'altitude  $h$  en fonction de  $g_0; h$  et  $R_T$
  - 2.3 Compare les valeurs de  $\vec{a}$  et  $\vec{g}_h$
  - 2.4 En déduis l'expression de  $v$ . Conclus.

**2.2 Etablir l'expression de la période d'un satellite**

**Activité2 :** Etablissement de l'expression de période T.

**Consigne :**

1.
  - 1.1 Donne la relation entre T et  $\omega$  d'un mouvement circulaire.
  - 1.2 En déduis la relation entre T et  $v$
  - 1.3 Ecris l'expression de la vitesse  $v$  d'un satellite.

2. Trouve l'expression de la période T du satellite en remplaçant  $v$  par son expression. Conclus.

### 2.3 Etablir l'expression de la 3<sup>ème</sup> loi de Kepler.

#### Activité 3 : Etablissement de l'expression de la 3<sup>ème</sup> loi de Kepler.

##### Consigne :

1. Ecris l'expression de la période T d'un satellite
2. Elève T au carré
3. Trouve le rapport  $\frac{T^2}{r^3}$ . La relation trouvée est l'expression de la 3<sup>ème</sup> loi de Kepler
4. Enonce la 3<sup>ème</sup> loi de Kepler.

### 2.4 Etablir l'expression de l'énergie mécanique d'un satellite de la terre

#### Activité 4 : Détermination de l'énergie mécanique

##### Consigne :

1. Donne l'expression de l'énergie mécanique d'un satellite
2. Exprime en fonction de  $m, g_0, R_T$  et  $h$  l'énergie cinétique du satellite.
3.
  - 3.1 Donne l'expression du travail de la force gravitationnelle.
  - 3.2 Trouve la référence de l'énergie potentielle du satellite (point où  $E_p=0$ ). Pour cela remplace  $h$  par 0 puis par l'infini ( $\infty$ ). Conclus
  - 3.3 Donne la relation entre  $E_p$  et  $E_C$
  - 3.4 En déduis l'expression de  $E_m$ .

---

## 6 Calorimétrie:

---

**Situation problème :** Très étonnés par certaines transformations physiques subies par l'eau, deux élèves posent plusieurs questions à leur professeur. Ils veulent comprendre les notions de calorimétrie.

### 1. Ce qu'il faut savoir

A partir des documents disponibles, définis :

- La chaleur :
- La calorimétrie :
- Une enceinte adiabatique :
- Un calorimètre :
- L'équilibre thermique :
- La chaleur massique :
- La capacité calorifique :
- La chaleur latente :
- La valeur en eau d'un calorimètre :
- L'énergie interne d'un système :
- Une transformation cyclique :
- Un système calorimétrique :

### 2. Ce qu'il faut savoir faire

#### 2.1 Appliquer le principe d'échange de la chaleur :

##### Activité 1 : Détermination de la température d'équilibre dans un calorimètre

Un calorimètre de capacité calorifique  $\mu$  contient une masse  $m_1$  d'eau tiède à la température  $t_1$ . On y verse une masse  $m_2$  d'eau chaude à la température  $t_2$ .

**Consigne :**

1. Identifie les deux systèmes en présence dans le calorimètre.
2.
  - 2.1 Calcule la quantité de chaleur reçue par le système (1) de température  $t_1$ .
  - 2.2 Calcule la quantité de chaleur cédée par le système (2) de température  $t_2$ .
3.
  - 3.1 Egalise les deux quantités de chaleur (principe d'échange de chaleur).
  - 3.2 En déduis l'expression de la température d'équilibre  $t_e$ .

#### 2.2 Déterminer la chaleur latente de fusion de la glace

##### Activité 2 : Détermination de la chaleur latente de fusion de la glace

Un calorimètre de capacité calorifique  $\mu$  contient une masse  $m_e$  d'eau à la température  $t_1$ .

On y introduit un morceau de glace de masse  $m_g$  à une température  $t_2 < 0^\circ\text{C}$ .

La température finale est  $t_e > 0^\circ\text{C}$ .

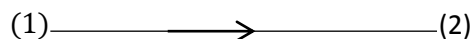
**Consigne :**

3. Identifie les deux systèmes
  - 2.1 Exprime la quantité de chaleur  $Q$  cédée par le système (1) (calorimètre et contenu).
  - 2.2 Exprime :
    - La quantité de chaleur  $Q_0$  nécessaire au chauffage de la glace de  $t_2$  à  $0^\circ\text{C}$ .
    - La quantité de chaleur  $Q_1$  nécessaire à la fusion de la glace.
    - La quantité de chaleur  $Q_2$  reçue par le système (2) (la glace), lors de son passage de  $t_2$  à  $t_e$ .
  - 2.3 Egalise les quantités de chaleur  $Q_2$  et  $Q$ .
  - 2.4 En déduis l'expression de la chaleur latente de fusion  $L_f$  de la glace.

#### 2.3 Enoncer le 1<sup>er</sup> principe de la thermodynamique

##### Activité 3 : Énoncé du premier principe de la thermodynamique.

Soit un système passant d'un état (1) à un état (2). On rappelle que l'énergie interne à un état  $i$  est  $U_i = W_i + Q_i$



**Consigne :**

- 1- Donne les expressions des énergies internes  $U_1$  et  $U_2$
- 2-
  - 2.1 Trouve l'expression de  $\Delta U = U_2 - U_1$ .
  - 2.2 En posant :  
 $W = W_2 - W_1$  : travail échangé.  
 $Q = Q_2 - Q_1$  : quantité de chaleur échangée.  
Montre que la variation de l'énergie interne est  $\Delta U = W + Q$
  - 2.3 Dédus l'énoncé du premier principe de la thermodynamique.
  - 2.4 Donne l'expression de  $\Delta U$  pour une transformation cyclique.
- 3- Donne le principe de l'état initial et de l'état final.

### 2.3 Expliquer les transformations mutuelles d'énergie :

#### Activité 4 : Transformation de l'énergie mécanique en chaleur

Considérons les deux systèmes suivants :

- (A) : Une voiture roulant à la vitesse constante  $V = 120 \text{ km/h}$  qui s'immobilise brusquement.
- (B) : Une bille de masse  $m = 200 \text{ g}$  tombant sans vitesse initiale d'une altitude  $h = 20 \text{ m}$ . On suppose dans chacun des cas que toute l'énergie mécanique se transforme en chaleur.

Consigne :

1. Donne l'expression de l'énergie mécanique initiale de (A) et de (B)
2. Donne la valeur de l'énergie mécanique :
  - 2.1 De (A) immobilisée
  - 2.2 De (B) après le choc avec le sol
3. Calcule dans chacun des cas la quantité de chaleur dégagée, sachant que  $Q = |\Delta E|$  avec  $\Delta E = E_f - E_i$

---

## Induction-auto-induction

---

**Situation problème :**

Lors d'une visite dans une unité industrielle, Ada a vu plusieurs machines. Le guide lui a parlé de générateurs, de dynamos, de transformateurs de phénomène permettant la transformation de circuits simples en générateurs.

Ada s'étonne bien du retard pris par le courant dans son établissement et sa rupture dans certains circuits électriques.

Ada et ses amis veulent comprendre et s'approprier les phénomènes d'induction et d'auto-induction.

**1- Ce qu'il faut savoir**

**A l'aide des supports disponibles définis :**

- ❖ Un aimant
- ❖ Aimants permanents :
- ❖ Aimants temporaires
- ❖ Le flux d'induction
- ❖ Le flux propre d'une bobine
- ❖ L'inductance ou la self d'une bobine
- ❖ La variation du flux
- ❖ Un générateur
- ❖ La f.é.m. d'un générateur
- ❖ L'induction électromagnétique
- ❖ L'inducteur
- ❖ L'induit
- ❖ La f.é.m. induite
- ❖ Un circuit inductif
- ❖ L'auto-induction
- ❖ Le champ électromoteur
- ❖ Un transformateur
- ❖ Un alternateur
- ❖ Le courant de Foucault

**2- Ce qu'il faut savoir faire**

**2-1 Enoncer la loi de Faraday**

**Hypothèse de Faraday :** Toute variation du flux d'induction entraîne la naissance d'une f.é.m. induite et toute variation du flux propre entraîne la naissance d'une f.é.m. d'auto-induction.

**Activité 1 :** calcul des f.é.m. induites

Un circuit est le siège d'un flux d'induction

$$\phi_1 = 2t + 1 \text{ (Wb)} ; \phi_2 = 3 \text{ (Wb)} ; \phi_3 = 2\sin 10t \text{ (Wb)}$$

**Consigne :**

1. Calcule dans chaque cas la dérivée  $\frac{d\phi}{dt}$ .
2. Multiplie par (-) chaque grandeur  $\frac{d\phi}{dt}$ .  
Tu obtiens la f.é.m. induite dans le circuit (Loi de Faraday)
3. Enonce la loi de Faraday

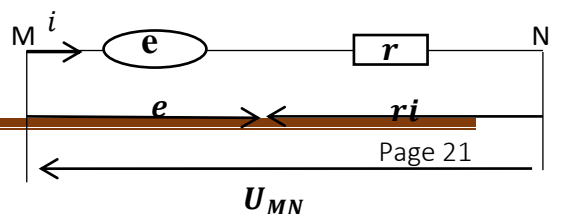
**Activité 2 :** Calcul des f.é.m. d'auto-induction

Le flux propre d'une bobine est à chaque instant donné par les relations :

$$\phi_1 = 2 \text{ Wb} ; \phi_2 = -2t + 3 \text{ Wb} ; \phi_3 = 2t + 4 \text{ Wb} ; \phi_4 = \cos 10t \text{ Wb}$$

**Consigne :**

1. Calcule la dérivée  $\frac{d\phi}{dt}$  du flux propre dans chaque cas.
2. Multiplie par (-) la grandeur  $\frac{d\phi}{dt}$ .  
Tu obtiens la f.é.m. d'auto-induction (Loi de Faraday)
3. Enonce la loi de Faraday relative à l'auto-induction



## 2-2 Ecrire la loi d'Ohm aux bornes d'un circuit

### Activité 3 : Loi d'Ohm aux bornes d'un circuit induit

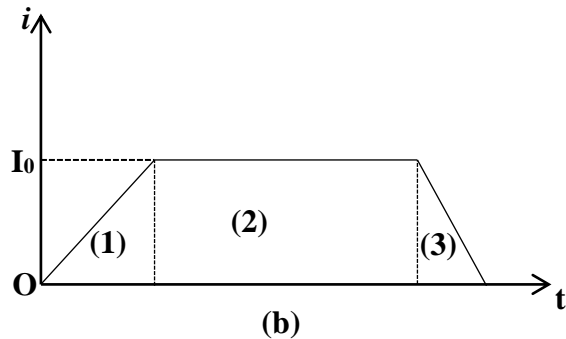
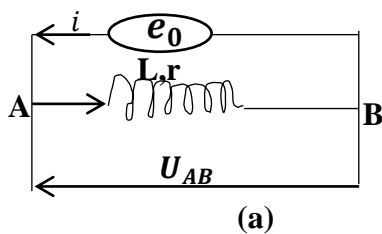
Un circuit MN induit est représenté de la façon suivante :

#### Consigne :

1. Ecris l'expression de la tension  $U_{MN}$  aux bornes du circuit. Cette expression traduit la loi d'Ohm aux bornes du circuit.
2. Lorsque le circuit est ouvert,  $i = 0$  ; lorsque le circuit du générateur (l'induit) est fermé sur lui-même  $U_{MN} \approx 0$  (court-circuit).
  - 2.1 Pour  $i = 0$ , trouve l'expression  $U_{MN}$ .
  - 2.2 Pour  $U_{MN} \approx 0$  trouve l'expression de  $|i|$  (l'intensité du courant induit). Ecris la formule donnant l'intensité du courant induit.
3. La quantité d'électricité induite est  $q = i \Delta t$ .  
Trouve l'expression de  $q$  en fonction de  $|e|$ ,  $r$  et  $\Delta t$  puis en fonction de  $\Delta \Phi$  et  $r$ .

### Activité 4 : Expression de la tension aux bornes d'un circuit inductif. Energie magnétique emmagasinée.

On considère un circuit inductif (r,L) traversé par un courant variable  $i$ . (fig(b))



#### Consigne :

1. Ecris l'expression de la tension
    - Aux bornes de  $r$
    - Aux bornes de  $L$
    - Aux bornes  $AB$  de  $(r,L)$
  2.
    - Lorsque  $e > 0$ , le circuit inductif est un générateur.
    - Lorsque  $e = 0$  il est un conducteur ohmique
- Lorsque  $e < 0$ , il se comporte comme récepteur.  
Trouve le signe de la f.é.m. d'auto-induction dans chaque intervalle de temps.  
Précise si le circuit inductif est générateur, récepteur ou conducteur ohmique.

#### 3. Energie magnétique emmagasinée

La puissance est la dérivée par rapport au temps de l'énergie :  $p = \frac{dE}{dt}$  avec  $p = Ui$

En utilisant l'expression de la tension aux bornes  $AB$  de  $(r,L)$  :

- 3.1 Trouve l'expression de  $p$
- 3.2 Sachant que  $i \frac{di}{dt} = \frac{d}{dt} (\frac{1}{2} i^2)$  montre que l'énergie magnétique emmagasinée par la bobine est  $E_m = \frac{1}{2} Li^2$

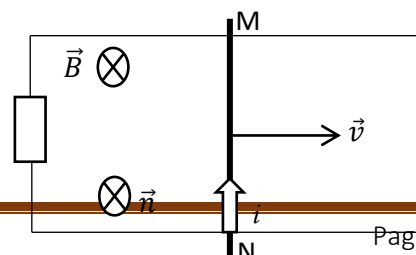
## 2-3 Enoncer la loi de Lenz

### Activité 5 : Enoncé de la loi de Lenz.

On considère le montage suivant

#### Consigne :

1. Exprime la f.é.m. induite dans M,N
2. Le sens du courant est celui indiqué sur la figure
  - 2.1 Trouve le sens de la force électromagnétique s'exerçant sur M, N.



- 2.2 Compare le sens de cette force à celui de  $\vec{v}$  (cause de la variation du flux d'induction). Conclue :  
Énonce la loi de Lenz.

## 2-4 Décrire et interpréter des expériences permettant de mettre en évidence les phénomènes d'inductions et d'auto-inductions.

### Activité 6 : Expérience de mise en évidence de l'induction électromagnétique

On dispose d'une bobine dont le circuit est fermé sur un milliampermètre ou un galvanomètre et d'un barreau aimanté.

#### Consigne :

Avec l'aide du professeur utilise le matériel ci-dessus pour décrire et interpréter une expérience de mise en évidence du phénomène d'induction.

### Activité 7 : Expérience d'un conducteur sur rails dans un champ magnétique.

Tu disposes de deux rails conducteurs, d'un aimant en U, de fils électriques et d'un galvanomètre.

#### Consigne :

Avec l'aide du professeur utilise le matériel ci-dessus pour décrire et interpréter une expérience de mise en évidence du phénomène d'induction.

### Activité 8 : Expérience de mise en évidence du phénomène d'auto-induction.

Tu disposes de deux lampes identiques  $L_1$  et  $L_2$ , d'un générateur, d'un conducteur ohmique et d'une bobine de même résistance.

#### Consigne :

Avec l'aide du professeur utilise le matériel ci-dessus pour décrire et interpréter une expérience permettant de mettre en évidence le phénomène d'auto-induction

## 2-5 S'approprier quelques applications de l'induction électromagnétique.

### Activité 9 : Le transformateur

#### Consigne :

1.

1.1 Décris un transformateur (schéma donné par le professeur)

1.2 Donne son principe de fonctionnement

1.3 Le rapport  $\frac{N_2}{N_1}$  est appelé coefficient de transformation du transformateur. En déduis un classement des transformateurs en fonction de  $k = \frac{N_2}{N_1}$ . Donne dans chaque cas quelques usages.

2. Calculs

Un transformateur comporte au primaire 350 spires et au secondaire 2750 spires.

2.1 Calcule le coefficient de transformation  $k$  de ce transformateur. Précise s'il s'agit d'un survolteur ou d'un sous-volteur.

2.2 On applique aux bornes de ce transformateur une tension alternative sinusoïdale

$u_1 = 220\sqrt{2}\cos 100\pi t$ . Trouve les tensions efficaces  $U_1$  au primaire et  $U_2$  au secondaire.

2.3 L'intensité du courant dans le secondaire étant  $I_2=10A$ .

Trouve la valeur  $I_1$ , de l'intensité dans le primaire.

2.4 La puissance est donnée par la formule  $P = UI\cos\varphi$  et le rendement est  $r = \frac{P_2}{P_1}$

Calcule les puissances  $P_1$  et  $P_2$  respectivement au primaire et secondaire ;  $\cos\varphi_1 = 0,92$ ;  $\cos\varphi_2 = 0,90$ . En déduis le rendement du transformateur ;

### Activité 10 : (TSE et STI) L'Alternateur industriel

#### Consigne :

1. Décris l'alternateur industriel (Schéma proposé par le professeur)

2. Donne son principe de fonctionnement

3. Calculs

Le rotor d'un alternateur industriel comporte 8 pôles nord alternés produisant un champ magnétique constant de valeur  $B = 10^{-2}T$ . Le rotor comporte 2000 spires de diamètre moyen 10cm. On fait tourner le rotor à 3000 tours/min.

3.1 Quelle est la fréquence de la tension aux bornes du stator ?

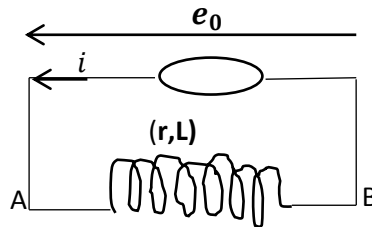
3.2 Exprime littéralement le flux d'induction envoyé par le rotor dans le stator.

- 3.3 En déduis l'expression littérale de la f.é.m. induite dans le stator.
- 3.4 Trouve l'expression de la tension aux bornes du stator ; précise les valeurs maximales et efficaces, à  $t=0$ , le flux est maximal.

### 2-3 Etablir l'expression du courant à la fermeture et à l'ouverture d'un circuit inductif.

#### Activité 4 : Expression du courant à la fermeture et à l'ouverture d'un circuit inductif.

Considérons le montage suivant



#### Consigne :

1. Equation différentielle
  - 1.1 Ecris l'expression de la tension  $U_{AB}$  aux bornes du circuit  $(r,L)$  en appliquant la loi d'ohm.
  - 1.2 Remplace  $e$  par  $-L \frac{di}{dt}$  ; la relation obtenue est l'équation différentielle du circuit  $(r ,L)$
2. Expression de  $i(t)$ .
 

A la fermeture du circuit ;  $U_{AB} = e_0$

  - 2.1 Trouve la relation entre  $L \frac{di}{dt}$ ,  $e_0$ , et  $ri$
  - 2.2 Etablis la relation  $\frac{d(e_0-ri)}{e_0-ri} = -\frac{r}{L} dt$
  - 2.3 En prenant comme limite d'intégration 0 et  $t$  d'une part et 0 et  $i$  d'autre part, trouve la relation  $e_0 - ri = e_0 e^{-\frac{r}{L}t}$ .
  - 2.4 Sachant  $\frac{L}{r} = \tau$ ,  $I_0 = \frac{e_0}{r}$  trouve l'expression de  $i(t)$  en fonction de  $\tau$ ,  $I_0$  et  $t$ .
  - 2.5 Trace le graphe  $i(t) = f(t)$ .
3. Expression de  $i$  à l'ouverture du circuit  $U_{AB} = 0$ 
  - 3.1 Trouve l'expression  $\frac{d(ri)}{r} = -\frac{r}{L} dt$
  - 3.2 En prenant comme limite d'intégration  $I_0$  et  $i$  d'une part et 0 et  $t$  d'autre part, trouve la relation  $i = I_0 e^{-\frac{r}{L}t}$ .
  - 3.3 Trace le graphe de  $i = f(t)$ . Détermine graphiquement la constante de temps  $\tau$ . Précise son unité.

### Ondes progressives (TSE)

**Situation problème :** Drissa voudrait bien comprendre comment se forment et se propagent les perturbations dans certains milieux (cordes, liquides, ressorts) et bien d'autres phénomènes périodiques.

Il se rappelle qu'il y a 3 ans son frère de terminales sciences lui parlait d'interférences mécaniques, de son et d'hyperboloïdes.

Il décide alors de s'approprier toutes ces notions.



## 1- Ce qu'il faut savoir

### A l'aide des supports disponibles définis :

- ❖ Un phénomène périodique
- ❖ Une onde progressive
- ❖ Un signal
- ❖ Une onde transversale
- ❖ Une onde longitudinale
- ❖ La période d'une onde
- ❖ La célérité d'une onde dans un milieu
- ❖ La longueur d'onde
- ❖ Une source
- ❖ Le son
- ❖ L'ultra-son
- ❖ L'infra-son
- ❖ La phase d'un point
- ❖ Le déphasage
- ❖ Points en phase ; en opposition de phase ; en quadrature de phase
- ❖ Interférence mécanique
- ❖ Points mobiles
- ❖ Points immobiles
- ❖ Franges d'interférence
- ❖ Interfrange

## 2- Ce qu'il faut savoir faire :

### 2-1 Distinguer les différents types d'ondes mécaniques

#### Activité 1 : Ondes mécaniques progressives transversales, le long d'une corde

Tu disposes d'une longue corde et d'un vibreur (diapason).

L'une des extrémités de la corde est fixe et l'autre est attachée au vibreur

#### Consigne :

1. Fais un schéma de la corde tendue, place deux points  $M_1$  et  $M_2$ .
2. Lorsque le vibreur est en mouvement
  - 2.1 que constates-tu ?
  - 2.2 La déformation arrive-t-elle au même moment en tous les points de la corde ?
  - 2.3 Exprime le retard de l'onde entre S et  $M_1$  ; entre S et  $M_2$ .
  - 2.4 Conclusion : Dis pourquoi :
    - L'onde est dite mécanique ?
    - Progressive ?
    - Transversale
    - Unidimensionnelle
  - 2.5 Dessine l'aspect de la corde en mouvement. Identifie une longueur d'onde.

#### Activité 2 : Ondes mécaniques transversales sur la surface d'une nappe d'eau

Tu disposes d'une nappe d'eau tranquille d'un stilet attaché à un vibreur.

#### Consigne :

1. Fais un schéma du dispositif
2. Lorsque le vibreur est en mouvement
  - 2.1 que constates-tu sur la surface de l'eau?
  - 2.2 Comment se propagent les déformations (rides) sur l'eau.
  - 2.3 Conclusion
    - Dis pourquoi l'onde sur la surface de l'eau est :
      - Mécanique
      - Transversales
      - Progressive
      - Bidimensionnelle
  - 2.4 Trace l'aspect de la surface de l'eau

2-3 Déterminer les ondes longitudinales

**Activité3 : Ondes longitudinales le long d'un ressort.**

Tu disposes d'un long ressort et d'un vibreur. L'une des extrémités l'autre peut être comprimées.

**Consigne :**

1. Fais un schéma du ressort
2. Lorsque le ressort est excité
  - 2.1 Que constates-tu ?
  - 2.2 Comment se propage l'ébranlement ?
  - 2.3 Conclusion : Dis pour quoi :
    - L'onde est mécanique
    - Progressive
    - Longitudinale
    - Unidimensionnelle

Activité 4 : Le son : Onde mécanique progressive à trois dimensions

**Consigne :**

1.
  - 1.1 Définis le son
  - 1.2 Donne la limite des fréquences audibles
  - 1.3 Calcule les longueurs d'ondes correspondant. Sachant que la célérité du son dans l'air à 25°C est environ 344m/s.
  - 1.4 Identifies les domaines de l'ultra-son( Sons en deçà de l'audible) et de l'infrason (au delà de l'audible).
2. Facteurs qui influent sur la vitesse d son

La célérité du son dans le gaz est donnée par  $C = \sqrt{\gamma \frac{P_0 T}{a_0 d T_0}}$  (voir savoir).

- 2.1 En posant  $K = \sqrt{\gamma \frac{P_0}{a_0 T_0}}$  ; montre que l'expression de C peut s'écrire  $C = K \sqrt{T}$ .
- 2.2 Endeduis les facteurs qui influent sur la célérité du son.
- 2.3 Calcule la valeur de K à 25°C sachant que  $\gamma = 1,4$  (pour un gaz diatomique)  $T_0 = 273^{\circ}K$ ;  $P_0 = 10^5 Pa$ ;  $a_0 = 1,292 USI$
- 2.4 Influence de la densité

Etablis la relation  $\frac{c_2}{c_1} = \sqrt{\frac{d_1}{d_2}}$

En déduis l'influence de la densité sur la célérité du son

- 2.5 Influence de la température

Etablis la relation  $\frac{c_2}{c_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$  . En déduis l'influence de la température sur la célérité du son.

- 2.5 Calcule la célérité du son dans les gaz suivants à 0°C :  
Dioxygène (O<sub>2</sub>) ; diazote (N<sub>2</sub>) dihydrogène (H<sub>2</sub>), mélange de ¼ de O<sub>2</sub> et ¾ de H<sub>2</sub>, sachant qu'à 0°C la célérité du son dans l'air est 331m/s.

Complète le tableau

Gaz (à 0°C)	Densité	C(m/s)
Air		
O <sub>2</sub>		
H <sub>2</sub>		
N <sub>2</sub>		
3/4H <sub>2</sub> + 1/4O <sub>2</sub>		

Que constates-tu ?

- 2.7 Calcule la vitesse du son à 25°C pour chaque gaz précédent. Conclue.

2-4 Déterminer les équations horaires des points sur une corde en vibrations

**Activité 5 : Détermination d'équations horaires de points sur une corde vibrante.**

L'extrémité S d'une lame vibrante de fréquence 100Hz est reliée à l'une des extrémités d'une corde de longueur  $l=1m$  et de masse  $m=11g$  tendue sous une force  $T=10N$ .

La lame est animée d'un mouvement rectiligne sinusoïdal d'amplitude  $a=5cm$ .

A l'instant initial son élongation est maximale.

**Consigne :**

1. Fais un schéma de la corde en vibration
2. En utilisant les formules données dans « ce qu'il faut savoir »
  - 2.1 Calcule la célérité et la longueur d'onde des vibrations.
  - 2.2 Etablis l'équation horaire  $x = f(t)$  du vibreur.
3. Le mouvement sinusoïdal se propage le long de la corde
  - 3.1 Précise la nature des ondes observées. Justifie.
  - 3.2 Trouve les équations des mouvements des points suivants :
    - a) A situé à la distance  $d_1=7,5cm$  de la source S.
    - b) B situé à  $d_2=60cm$  de S
    - c) C situé à  $d_3=75 cm$  de S
    - d) D situé à  $d_4=90cm$  de S
  - 3.3 Compare le mouvement de chacun de ces points à celui de la source (en phase, en opposition de phase ou en quadrature de phase).
  - 3.4 Compare les mouvements des points entre eux.
  - 3.5 Complète le tableau suivant

x(S)	-a	0	+a
x(A)			
x(B)			
x(C)			
x(D)			

**Activité 6 :  
Equation en  
fonction de x,  
aspect d'une corde  
à un instant t.**

L'extrémité O d'une corde est reliée à une lame vibrante de fréquence  $f=100Hz$  et d'amplitude  $a=4mm$ .

La corde de longueur  $l=1m$  est tendue sous une force  $F=20 N$ . La célérité des ondes le long de la corde est  $20m/s$ .

**Consigne :**

1. Trouve la masse de la corde.
2. La réflexion des ondes est empêchée. A l'instant initial la vitesse du vibreur est maximale (dans le sens positif).
  - 2.1 En déduis l'équation horaire du mouvement de la source O.
  - 2.2
    - 2.2.1 Donne la condition pour qu'un point de la corde vibre :
      - En phase avec O
      - En opposition de phase avec O.
    - 2.2.2 En déduis le nombre et la position de tous les points vibrant en phase avec O.
    - 2.2.3 Trouve le nombre de points vibrant en opposition de phase avec O.
3. Un point M est situé à  $50cm$  de la source.
  - a) Trouve la date à laquelle la vibration atteint M
  - b) Compare son mouvement à celui de O.
  - c) Représente graphiquement l'équation  $y_M(t)$ .
4. Aspect de la corde

A un instant  $t$  quelconque la corde présente un état vibratoire. L'état de vibration de chaque point dépend de la position de ce point par rapport à  $O$ .

A l'instant de date  $t=2.10^{-2}$  s :

- Ecris l'équation du mouvement de la corde  $y = f(x)$
- Représente graphiquement son aspect (Courbe  $y = f(x)$ )

## 2-2 Caractériser les interférences mécaniques

### Activité 7 : Expérience de mise en évidence des interférences mécaniques sur la surface de l'eau contenue dans une cuve.

Tu disposes d'une cuve contenant de l'eau, d'une fourche munie à ses extrémités de deux pointes et d'un vibreur (diapason).

#### Consigne :

Décris et interprète (à l'aide de ces matériels) une expérience de mise en évidence des interférences mécaniques (demande l'avis du professeur).

### Activité 8 : Points mobiles, points immobiles, différence de marche

La distance entre deux vibreurs synchrones est  $d=S_1S_2$  sur la surface libre d'une nappe d'eau.

#### Consigne :

- Fais un schéma où figurent  $S_1$  et  $S_2$  et un point  $M$  situé à  $d_1$  de  $S_1$  et  $d_2$  de  $S_2$ .
  - Que représentent :  $M$ ,  $d_1$ ,  $d_2$  ?
  - Donne la condition d'observation des franges d'interférence en  $M$ .
  - Les sources  $S_1$  et  $S_2$  sont-elles en phases ? cohérentes, justifie.
  - L'équation des vibrations en  $S_1$  et  $S_2$  est  $y_1=y_2=acos\omega t$ .
    - Ecris les équations des vibrations  $y_{1(M)}$  et  $y_{2(M)}$  en  $M$ .
    - Trouve l'équation de la vibration résultante  $y_{(M)}=y_{1(M)}+y_{2(M)}$ , sachant que  $cosa + cosb = 2 \cos\left(\frac{a+b}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{a-b}{2}\right)$
    - En déduis l'expression de l'amplitude  $A$  et celle de la phase  $\phi$  de la vibration résultante en  $M$ .
    - Retrouve les mêmes expressions (de  $A$  et de  $\phi$ ) par la construction de Fresnel (demande l'avis du professeur)
    - Trace l'aspect de la surface de l'eau dans le champ d'interférence.
- Donne les conditions pour qu'un point  $M$  soit :
  - Sur une frange mobile
  - Sur une frange immobile
- En considérant un point  $M$  dans le champ d'interférence situé à  $x_1$  de  $S_1$  et  $x_2$  de  $S_2$  :
  - Trouve le nombre et les positions des franges mobiles entre  $S_1$  et  $S_2$ .
  - Trouve le nombre et les positions des franges immobiles entre  $S_1$  et  $S_2$ .
- Différence de marche, position des points mobiles et immobiles sur le segment  $S_1S_2$ .  
Choisissons comme origine des espaces le milieu  $O$  du segment  $S_1S_2$ . (Orienté de  $S_1$  vers  $S_2$ ).  
Considérons un point  $M$  d'abscisse  $x$  entre  $S_1$  et  $S_2$ .
  - Trouve les expressions des marches  $d_1$  et  $d_2$  en fonction de  $x$ ,  $OS_1$  et  $OS_2$ .
  - Trouve la différence de marche  $\delta=d_2-d_1$  en fonction de  $x$ .
  - En déduire la position entre  $S_1$  et  $S_2$  des points mobiles et immobiles en fonction de  $x$ .
  - Trouve alors l'expression de l'interfrange  $i$

---

## Optique Physique :

---

**Situation problème :** Etonné par le téléphone, l'internet, la télévision, les nombreuses radios FM et autres ; Mamadou cherche à comprendre le fonctionnement physique des causes de l'épanouissement de la technologie de l'information. Il pose plusieurs questions à un ingénieur. Ce dernier lui parle « d'ondes électromagnétiques, de la lumière, du laser, de fibres optiques, d'interférences lumineuses ». Mamadou veut bien s'approprier l'optique physique.

1- Ce qu'il faut savoir

A l'aide des supports disponibles, définis :

- ❖ Une onde
- ❖ La longueur d'onde
- ❖ La lumière
- ❖ La célérité de la lumière
- ❖ Une radiation monochromatique
- ❖ Une onde électromagnétique
- ❖ Le photon
- ❖ Les rayons X
- ❖ L'ultraviolet
- ❖ Le spectre visible
- ❖ L'infrarouge
- ❖ Les ondes Hertziennes
- ❖ Une source cohérente
- ❖ Deux sources cohérentes
- ❖ Le laser
- ❖ Le dispositif des fentes de Young
- ❖ L'interférence lumineuse
- ❖ Une source cohérente
- ❖ Franges d'interférence
- ❖ Champ d'interférence
- ❖ La différence de marche
- ❖ L'interfrange
- ❖ L'état vibratoire d'un point
- ❖ L'ordre d'interférence
- ❖ Cannelure

2- Ce qu'il faut savoir faire

2-1 Décrire une expérience permettant de mettre en évidence l'interférence lumineuse.

Activité1 : Expérience de mise en évidence de l'interférence lumineuse

Tu disposes d'une source de lumière cohérente(Laser), d'un plan opaque percé de deux trous  $S_1$  et  $S_2$ .

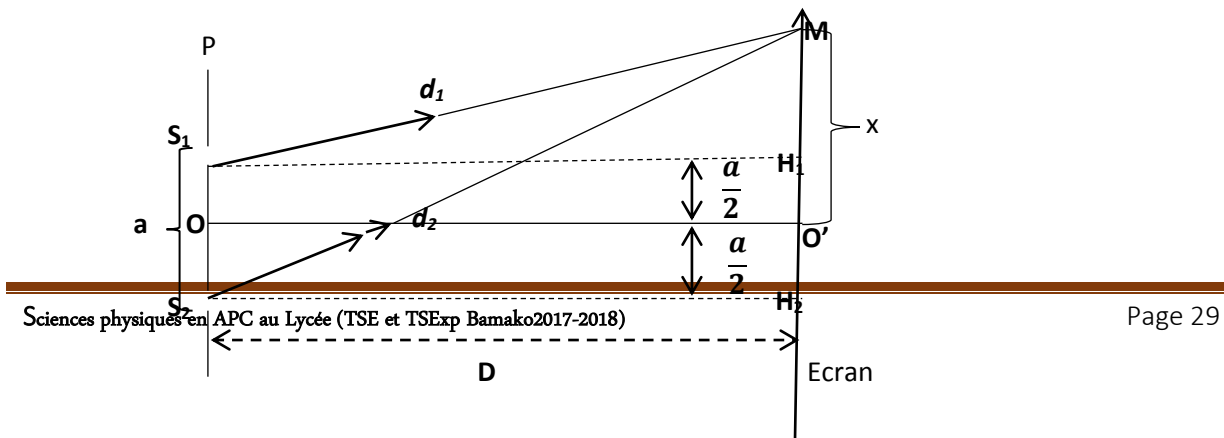
Consigne :

Avec l'aide du professeur décris et interprètes une expérience d'interférence lumineuse.

2-2 Etablir l'expression de la différence de marche ( $\delta$ )

Activité2 : Etablissement de l'expression de la différence de marche.

On considère la marche de rayons lumineux (dispositif des fentes de Young)

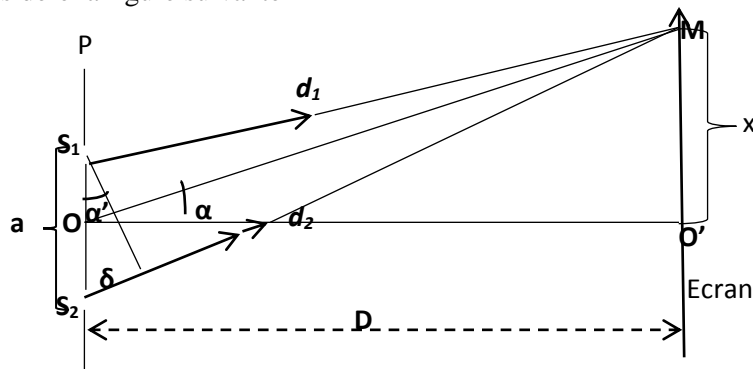


**Consigne :**

1. Considère les triangles  $S_1H_1M$  et  $S_2H_2M$ 
  - 1.1 Identifie dans chaque cas l'hypoténuse
  - 1.2 Applique le théorème de Pythagore pour exprimer  $d_1^2$  et  $d_2^2$  (carrés des hypoténuses)
  - 1.3 Fais la différence  $d_2^2 - d_1^2$   
Tu trouves une identité remarquable. En déduis que  $(d_2-d_1)(d_2+d_1)=2ax$ .
2. En posant que  $d_2-d_1=\delta$  et  $d_2+d_1\approx 2D$  trouve l'expression de la différence de marche  $\delta$ .

**Activité 3 : Etablissement de l'expression de  $\delta$  par trigonométrie.**

On considère la figure suivante



**Consigne :**

1. Vérifie que  $\alpha$  et  $\alpha'$  sont angles faibles égaux (angles à côtés perpendiculaires)
2. Trouve :
  - 2.1  $\sin\alpha$
  - 2.2  $\tan\alpha'$

$\alpha'$  est faible,  $\sin\alpha' \approx \tan\alpha'$
3. Egalise  $\sin\alpha$  et  $\tan\alpha'$ . En déduis l'expression de  $\delta$

**2-3 Décrire l'interférence lumineuse lorsque la source émet deux radiations monochromatiques et lorsque la source émet de la lumière blanche**

**Activité 4 : Interférence à deux radiations monochromatiques de longueurs d'ondes  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$ .**

Une source émet simultanément deux radiations monochromatiques de longueurs d'ondes  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$  (dispositif des fentes de Young)

**Consigne :**

1. Donne l'expression de l'interfrange :
  - $i_1$  correspond à  $\lambda_1$
  - $i_2$  correspond à  $\lambda_2$
  - Fais le rapport  $\frac{i_2}{i_1}$
2. Calcule  $i_1$  pour  $\lambda_1=0,5\mu\text{m}$ , et  $\lambda_2$  (autour de la frange centrale) pour  $i_2=2\text{mm}$
3. Comme  $i_1 < i_2$ , chaque radiation forme sur l'écran son propre système de franges.  
Sur l'écran on observe :
  - Une frange centrale brillante
  - Puis une zone autour de la frange centrale tantôt floue, tantôt sombre et tantôt brillante.

Interprète cette observation sur l'écran.
4. Comme  $i_1 < i_2$ , à la première coïncidence de deux franges brillantes sur l'écran on a  $ni_2=i_1(n+1)$ . Exprime la distance  $l$  entre la frange centrale et la première frange lumineuse (lieu de coïncidence des deux radiations lumineuses).

**Activité 5 : Interférence en lumière blanche.**

Une source S émet de la lumière blanche.

Sur l'écran (dispositif des fentes de Young) on observe une frange centrale blanche (brillante) entourée de zones colorées (irisées) puis une zone de "blanc sale" appelé blanc d'ordre supérieur. La décomposition de ce blanc sale en un point M montre l'existence de lignes noires (cannelures).

**Consigne :**

1. Interprète l'aspect de l'écran (demande l'avis du professeur)
2. Les radiations manquantes sont telles que  $x = (k + 0,5) \frac{\lambda D}{a}$ 
  - 2.1 Trouve l'expression de  $\lambda$  en fonction de k
  - 2.2 Calcule  $\lambda$  pour  $D=150\text{cm}$ ,  $a=4\text{mm}$  et  $x(M)=1\text{mm}$
  - 2.3 Les radiations visibles sont telles que  $0,410^{-6}\text{m} \leq \lambda \leq 0,810^{-6}\text{m}$   
En déduis un encadrement de k.  
Trouve les longueurs d'ondes des radiations manquantes en remplaçant k par ses différentes valeurs.

**Activité 6 : Dispersion de la lumière blanche**

Tu disposes d'une source de lumière blanche, d'un prisme et d'un écran

**Consigne :**

Avec l'aide du professeur décris une expérience permettant :

1. D'observer les radiations visibles
2. De mettre en évidence l'infrarouge et l'ultraviolet

**Activité 7 : Production et propagation des ondes électromagnétiques**

Tu disposes d'une antenne dipôle.

**Consigne :**

1. Fais un schéma du dispositif
2. Explique la production et la propagation d'ondes électromagnétiques en un point situé à la distance x de l'antenne.
3. Trace les lignes de champ d'ondes.

---

## Oscillations libres

---

**Situation problème :** Au cours d'une séance de TP dans l'atelier de construction d'automobile, Issa découvre que différentes parties d'un véhicule font l'objet de mouvements de va et vient périodiques. Il pose alors plusieurs questions à son professeur de physique. Il veut bien comprendre ce que c'est : un oscillateur, un pendule, un circuit L, C.  
L'élève voudrait bien apprendre à traduire mathématiquement les mouvements des oscillateurs.

### 1- Ce qu'il faut savoir

**A l'aide des supports disponibles, définis :**

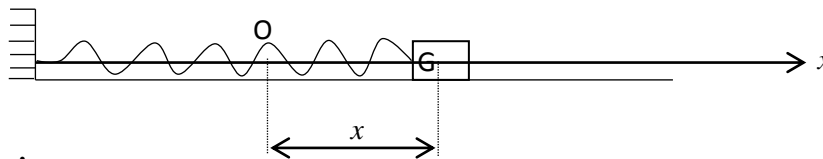
- ❖ Un oscillateur
- ❖ Un oscillateur libre
- ❖ Un oscillateur forcé
- ❖ Un oscillateur mécanique
- ❖ Un oscillateur mécanique libre
- ❖ Un oscillateur mécanique harmonique
- ❖ Un oscillateur mécanique linéaire
- ❖ Un oscillateur mécanique amorti
- ❖ Un oscillateur électrique libre
- ❖ Un oscillateur électrique linéaire
- ❖ Un oscillateur électrique amorti
- ❖ Le pendule élastique
- ❖ Le pendule de torsion
- ❖ Le pendule pesant ou composé
- ❖ Le pendule simple
- ❖ Un circuit oscillant

**2- Ce qu'il faut savoir faire**

2-1 Déterminer le pendule élastique

**Activité 1 : Le pendule élastique horizontal**

On considère le pendule élastique horizontal suivant. Lorsqu'on écarte le solide de sa position d'équilibre et on l'abandonne, il oscille entre  $-x_m$  et  $+x_m$  autour de O. Soit  $x$  l'abscisse du solide à une date  $t$ .



**Consigne :**

1. Etablissement de l'équation différentielle du pendule élastique

1.1 Par application de la RFD

- 1.1.1 Fais le bilan des forces sur le solide
- 1.1.2 Applique la RFD au solide
- 1.1.3 En déduis la relation  $-kx = ma$
- 1.1.4 Remplace  $a$  par  $\frac{d^2x}{dt^2}$  ou  $\ddot{x}$ .

Tu trouves l'équation différentielle  $\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$

1.2 Par application de la conservation de l'énergie mécanique du système (ressort-

solide).

- 1.2.1 Donne l'expression de l'énergie mécanique du pendule
- 1.2.2 trouve la dérivée par rapport au temps de  $E_p$  et celle de  $E_c$  sachant que  $(u^n)' = nu^{n-1}$ .
- 1.2.3 En déduis la dérivée de  $E_m$  par rapport au temps.
- 1.2.4 Trouve l'équation différentielle de l'oscillateur en mettant  $\dot{x}$  en facteur.

2. De l'équation différentielle trouvée, déduis :

- 2.1 La nature du mouvement
- 2.2 Les expressions des : pulsation, période et fréquence propres.
- 2.3 Les équations horaires  $= f(t)$  et  $v = g(t)$ . Trace dans un même repère les variations de  $x = f(t)$  et  $v = g(t)$ .

3. L'énergie potentielle élastique étant  $E_p = \frac{1}{2}kx^2$  et l'énergie cinétique  $E_c = \frac{1}{2}mv^2$

- 3.1 Exprime en fonction du temps
  - 3.1.1 L'énergie potentielle élastique
  - 3.1.2 L'énergie cinétique
  - 3.1.3 L'énergie mécanique totale. Conclus-justifie.
- 3.2 Trace dans un même repère les variations de  $E_p(t)$  et  $E_c(t)$  et  $E_m(t)$ .



3.3

3.3.1 Trace dans un même repère les variations de  $E_p$  en fonction de  $x$ .

3.3.2 En déduis une explication de l'expression "le pendule élastique oscille dans un puits de potentiel parabolique".

3.3.3 Trace dans le même repère que  $E_p(x)$ , le graphe de  $E_c(x)$ . En déduis sous quelle forme existe l'énergie mécanique pour  $x = \pm x_m, x = 0, x = \frac{1}{2}x_m$ .

4. Pendule élastique avec frottements

En réalité le pendule élastique est soumis à des forces de frottement tel que :  $\vec{f} = -\alpha\vec{v}$  (avec  $\alpha > 0$ ).

4.1 Fais le bilan des forces sur le solide à un instant  $t$ .

4.2 En déduis l'équation différentielle du système

4.3 Dans le cas des faibles frottements, donne :

- La nature du mouvement et trace l'allure de la courbe de  $x=f(t)$ .
- La valeur de la pseudopériode
- L'énergie mécanique dissipée à la fin du mouvement.

**Activité 2 : Pendule élastique vertical**

On réalise un pendule élastique en accrochant à l'extrémité libre d'un ressort parfait de longueur à vide  $l_0 = 15\text{cm}$  un solide  $S$  de masse  $m=200\text{g}$ . A l'équilibre on constate que la longueur du ressort est  $l=20\text{ cm}$ .

**Consigne :**

1.

1.1 Fais un schéma du :

- ressort de longueur à vide  $l_0$

-ressort à l'équilibre

Indique sur le schéma  $l_0, l$  et les forces appliquées au solide à l'équilibre.

1.2 Ecris la condition d'équilibre du solide.

1.3 En déduis la valeur de la raideur  $k$  du ressort

2. La position d'équilibre est choisie comme l'origine des espaces. Un opérateur écarte le solide de sa position d'équilibre et l'abandonne sans vitesse.

A l'instant initial le système passe pour la première fois par sa position d'équilibre.

2.1 Etablis l'équation différentielle du pendule vertical en appliquant la RFD.

2.2 L'énergie potentielle d'un pendule vertical est la somme des énergies potentielles de pesanteur  $E_{pp}$  et potentielle élastique  $E_{pe}$

$$\left\{ \begin{array}{l} E_{pp} = \pm mgh \\ E_{pe} = \frac{1}{2}ka^2 \end{array} \right. , a \text{ est l'allongement total.}$$

Le signe de  $E_p$  dépend de la référence.

En choisissant la position d'équilibre comme référence, donne :

- L'expression de  $E_{pp}$
- L'expression de  $E_{pe}$
- L'expression de  $E_p$

2.3 En déduis l'équation différentielle du système en appliquant la conservation de l'énergie mécanique.

3.

3.1 Calcule l'énergie potentielle totale et la tension du ressort pour  $x=x_m$ .

3.2 Dis comment varie la période :

3.2.1 Pour  $m=\text{constante}$

- Si on double  $k$
- Si on divise  $k$  par 4

3.2.2 Pour  $k=\text{constante}$

- Si  $m'=9m$

- Si  $m' = \frac{1}{4}m$

#### 4. Pendule élastique sur un plan incliné

On dispose le pendule élastique précédent sur un plan incliné de  $\alpha=30^\circ$  sur l'horizontal

4.5 Sur un schéma représente toutes les forces appliquées au solide à l'équilibre.

4.6 Ecris la condition d'équilibre du solide

4.7 Etablis l'équation différentielle du pendule

4.7.1 En appliquant la RFD

4.7.2 En appliquant la conservation de l'énergie mécanique

4.4

4.4.1 En déduis que  $T_0$  ne dépend pas de  $\alpha$ .

4.4.2 Calcule l'énergie potentielle et la tension du ressort pour  $x=2\text{cm}$ .

### 2-2 Déterminer le pendule de torsion

#### Activité 3 : Etude du mouvement d'un pendule de torsion

On réalise un pendule de torsion en fixant à l'extrémité libre d'un fil de torsion de constante  $c$  ; un disque homogène de rayon 10 cm et de masse 200g.

Lorsqu'on écarte le disque de sa position d'équilibre d'un angle  $\alpha_0 = \frac{\pi}{4}$  radian et on le lance vers sa position d'équilibre avec une vitesse  $\dot{\alpha}_0$ , il oscille librement entre  $-\alpha_m$  et  $+\alpha_m$  autour de O. La durée de 10 oscillations est 5s.

A l'instant  $t_1 = \frac{T_0}{8} = 6,25 \cdot 10^{-2} \text{s}$  l'oscillateur passe pour la première fois par sa position d'équilibre.

#### Consigne :

1. Etablis l'équation différentielle du système oscillant.

1.1 En appliquant la RFD ( $\sum \mathcal{M}_{\vec{F}_{ext}}(\Delta) = J\ddot{\alpha}$ ) le seul moment est celui du couple de torsion :  $\mathcal{M}_C = -C\alpha$

1.2 En appliquant la conservation de l'énergie mécanique. On donne :  $E_P = \frac{1}{2}C\alpha^2$  et

$$E_C = \frac{1}{2}J\dot{\alpha}^2$$

2. De l'équation différentielle établie

2.1 Trouve la nature du mouvement puis les expressions de :

-La pulsation propre  $\omega_0$

-De la période propre  $T_0$

-De la fréquence propre  $N_0$

2.2 Les équations horaires  $\alpha = f(t)$  et  $\dot{\alpha} = g(t)$  (littérales)

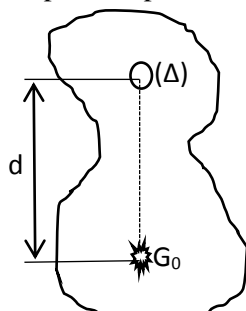
2.3 Les expressions (littérales) instantanées des énergies potentielle, cinétique et mécanique totale.

3. Trouve les valeurs numériques de :  $T_0$ ;  $\omega_0$ ;  $N_0$ ;  $\alpha_m$ ;  $\dot{\alpha}_0$  Ecris les équations horaires numériques  $\alpha = f(t)$ ,  $\dot{\alpha} = h(t)$

### 2-3 Déterminer le pendule pesant

#### Activité 4 : Mouvement d'un pendule pesant

On réalise un pendule pesant en fixant un solide S de masse  $m$  sur un axe ( $\Delta$ ) (fig)



$$\begin{aligned} m &= 500\text{g} \\ d &= 20\text{cm} \\ J_0 &= 2 \cdot 10^{-2} \text{ kg.m}^2 \end{aligned}$$

Un opérateur écarte le système de sa position d'équilibre de  $\theta_0 = \frac{\pi}{8} \text{ rad}$

(Supposé faible) et l'abandonne sans vitesse à  $t=0$ .

#### Consigne :

1. Etablis l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur du pendule pesant oscillant librement ( $E_p=0$  pour  $h=0$ ), pour  $\theta$  faible,  $\cos \theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$ .
2. En déduis :
  - 2.1 L'expression de l'énergie mécanique sachant que  $E_C = \frac{1}{2}J\dot{\theta}^2$
  - 2.2 L'équation différentielle du pendule
  - 2.3 Retrouve l'équation différentielle en appliquant le théorème du centre d'inertie

$$\sum \mathcal{M}\overline{F_{ext}(\Delta)} = J\ddot{\theta}$$

3. De l'équation différentielle établis
  - 3.1 Trouve les expressions et les valeurs de :  $\omega_0$ ,  $T_0$  et  $N_0$  sachant  $J=J_0+md^2$  (Huygens)
  - 3.2 Etablis les équations horaires :  $\theta = f(t)$  et  $\dot{\theta} = h(t)$
4. Calcule l'énergie mécanique du système à la position d'équilibre

### 2-5 Déterminer le pendule simple

#### Activité 5 : Pendule simple effectuant des oscillations de faibles amplitudes

On réalise un pendule simple en fixant à l'extrémité d'un fil inextensible de longueur  $l=1\text{m}$  un solide ponctuel de masse  $m=200\text{g}$ .

On écarte le système de sa position d'équilibre d'un angle  $\alpha_0 = \frac{\pi}{8} \text{ rad}$  (supposé faible) et on l'abandonne sans vitesse à  $t=0$ .

#### Consigne :

1. Fais le bilan des forces sur le solide
2. Etablis l'équation différentielle du système
  - 2.1 En appliquant la RFD ( $\sum \mathcal{M}\overline{F_{ext}(\Delta)} = J\ddot{\alpha}$ ) ;  $J_0 = ml^2$
  - 2.2 En appliquant la conservation de l'énergie ; sachant que :

$$\left\{ \begin{array}{l} E_p = mgh \\ E_C = \frac{1}{2}J\dot{\alpha}^2 \end{array} \right. \quad \text{avec } \cos \alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2} \text{ (pour } \alpha \text{ faible)}$$

3. En déduis

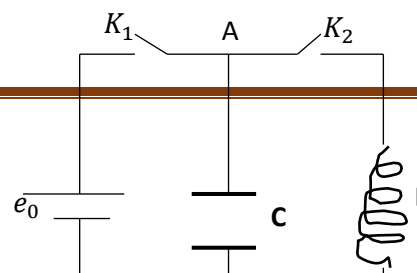
- 3.1 La nature du mouvement
- 3.2 Les expressions de  $T_0$ ;  $\omega_0$  et  $N_0$
- 3.3 Les expressions instantanées de  $\alpha$  et  $\dot{\alpha}$
4. Etablis :
  - 4.1 En appliquant TEC, l'expression de la vitesse linéaire  $v$  en fonction de  $\alpha$ ,  $\alpha_m$ ,  $l$  et  $g$ . En déduis la valeur  $V_m$  de la vitesse maximale à la position d'équilibre.
  - 4.2 En appliquant la RFD suivant  $\vec{n}$ , l'expression de la tension  $T$  du fil. En déduis sa valeur  $T_e$  à la position d'équilibre.
5. Complète le tableau suivant

$\alpha(\text{rad})$	0	$-\alpha_m$	$+\alpha_m$	$\frac{\alpha_m}{2}$	$\frac{\alpha_m}{4}$
V(m/s)					
$T_0(\text{s})$					

### 2-6 S'approprier les oscillations électriques libres dans un circuit (L,C)

On considère le montage suivant :

$e_0=20 \text{ V}$



$C=1\mu\text{F}$  ;  $L= 400\text{mH}$

**Consigne :**

1. Charge et décharge du condensateur
  - 1.1 Charge :

L'interrupteur  $K_2$  étant ouvert, fermons  $K_1$ .

    - 1.1.1 Que se passe-t-il pour le condensateur ? justifie
    - 1.1.2 Précise l'armature qui se charge positivement
    - 1.1.3 A la fin de la charge trouves :
      - La tension aux bornes du condensateur
      - La charge  $q_0$  stockée dans le condensateur
      - L'énergie électrostatique  $E_0$  dans le condensateur.
      - L'intensité du courant dans le circuit
  - 1.2 Décharge du condensateur

On ouvre  $K_1$  et à  $t=0$ , on ferme  $K_2$

    - 1.2.1 Dis ce qui se passe pour le condensateur. Justifie
    - 1.2.2 A la fin de la charge, trouve :
      - La tension aux bornes du condensateur
      - L'énergie électrostatique dans le condensateur
      - L'intensité du courant dans le circuit
      - L'énergie magnétique dans la bobine (Toute perte d'énergie est négligée)
    - 1.2.3 Dis ce qui s'est passé dans le circuit (entre l'énergie électrostatique et l'énergie magnétique de la bobine)
    - 1.2.4 Le condensateur peut-t-il se recharger ?
    - 1.2.5 Décris le phénomène que l'on observe (ultérieurement) dans le circuit.
2. Oscillations électriques dans le circuit

Les charges et décharges périodiques engendrant les transformations périodiques mutuelles d'énergies électriques en énergie magnétiques et d'énergie magnétiques en énergie électriques constituent le phénomène d'oscillations électriques.

  - 2.3 La résistance de la bobine est négligeable
    - 2.3.1 Etablis l'équation différentielle du circuit :
      - En appliquant la loi de l'additivité des tensions ( $u_C + u_L = 0$ ).
      - En appliquant la conservation de l'énergie électromagnétique  $\varepsilon_t = \varepsilon_e + \varepsilon_m$
$$\varepsilon_e = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}; \varepsilon_m = \frac{1}{2} Li^2$$
    - 2.3.2 De l'équation différentielle établie :
      - a) Déduis la nature de  $q(t)$
      - b) Trouve les équations  $q(t)$  et  $i(t)$ . Montre que  $i$  est en quadrature avancée sur  $q$ . Trace dans un même repère les variations de  $q(t)$  et  $i(t)$ .
      - c) Détermine les expressions à chaque instant des énergies  $\varepsilon_e$ ;  $\varepsilon_m$  et  $\varepsilon_t$ .
      - d) Montre que l'énergie totale est constante. Interprète. Justifie que le circuit (L, C) oscille dans un puits de potentiel parabolique.
    - 2.4 La résistance de la bobine est non négligeable, sa valeur est R.
      - 2.4.1 Fais un schéma du circuit (R, L, C)
      - 2.4.2 Ecris la loi des mailles pour le circuit. En déduis l'équation différentielle.
      - 2.4.3 L'équation trouvée n'est pas linéaire à cause de R.
        - a) Précise le rôle joué par R.
        - b) Discute en fonction des valeurs de R de la nature de la charge  $q(t)$ .
        - c) Pour R faible trace l'allure de la courbe  $q(t)$
        - d) Que peut-on dire de la pseudo-période
        - e) Calcule l'énergie perdue par effet joule ( $Q = \frac{1}{2} RI_m^2$ )
      - 2.5 Analogie entre grandeurs électriques d'un circuit (L,C) et grandeurs mécaniques d'un pendule élastique.
        - 2.5.1 Ecris l'équation différentielle :

- D'un pendule élastique
- D'un circuit (L,C)

2.3.2 En comparant les deux équations. Établir une analogie formelle entre les grandeurs électriques du circuit (L, C) et grandeurs mécaniques d'un pendule élastique.

Préciser les correspondants mécaniques de : C, L,  $\frac{1}{C}$ ,  $q$ ,  $\dot{q}$ , R,  $\varepsilon_e$ ,  $\varepsilon_m$  et  $\varepsilon_t$ .

---

### Oscillations forcées :

---

**Situation problème :** dans un documentaire, deux élèves apprennent qu'il existe des oscillations forcées. Le présentateur leur parle de circuit (R,L,C) et de régime sinusoïdal forcé. Les élèves veulent comprendre le comment et le pourquoi. Ils veulent apprendre à établir l'équation différentielle, l'expression de la tension aux bornes du circuit. Les élèves veulent s'approprier les notions de résonance et de surtension.

#### 1- Ce qu'il faut savoir :

##### A l'aide des supports disponibles définis :

- ❖ Oscillations forcées :
- ❖ Un oscillateur forcé
- ❖ Un exciteur
- ❖ Un résonateur
- ❖ Un résonateur sélectif
- ❖ Un résonateur amorti
- ❖ La résonance
- ❖ La résonance mécanique
- ❖ La résonance d'intensité
- ❖ La bande passante à 3 décibels (3db)

- ❖ Le coefficient de sélectivité
- ❖ Oscillations électriques forcées
- ❖ Oscillations mécaniques forcées
- ❖ Un dipôle
- ❖ Le courant alternatif sinusoïdal
- ❖ L'impédance d'un circuit
- ❖ La puissance
- ❖ La puissance moyenne
- ❖ Le facteur de puissance
- ❖ La puissance apparente
- ❖ La puissance instantanée
- ❖ Energie électrique

2- Ce qu'il faut savoir faire

2-1 S'approprier les oscillations mécaniques forcées :

Activité 1: Expérience de mise en évidence des oscillations mécaniques forcées

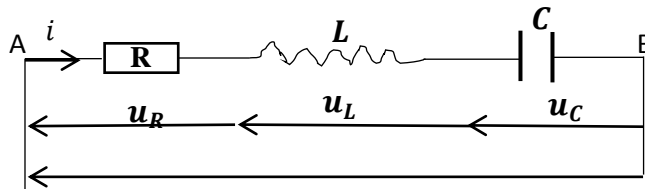
Tu disposes de deux pendules simples P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> de fréquences respectives N<sub>0</sub> et N (N < N<sub>0</sub>), reliés par un couplage élastique.

**Consigne :** Avec l'aide du professeur, décris et interprète une expérience permettant de mettre en évidence les oscillations mécaniques forcées et la résonance d'élongation.

2-2 Déterminer un circuit (R, L, C) en régime sinusoïdal forcé

**Activité 2 :** Etablissement de l'expression de l'impédance d'un dipôle (R,L,C)

On considère le montage suivant



**Consigne :**

1. Ecris la loi de l'additivité des tensions  $U_{AB}$
2. En déduis l'équation différentielle du circuit
3. En posant  $i = I_m \cos \omega t$  et  $u = U_m \cos(\omega t + \varphi)$   
 Trouve l'expression de la tension aux bornes du circuit sachant que  $-\sin \omega t = \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$

$$\sin \omega t = \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

En déduis l'expression :

- $U_R$  de la tension aux bornes de R
- $U_L$  de la tension aux bornes de L
- $U_C$  de la tension aux bornes de C

4. Diagramme de Fresnel

$\vec{Ox}$  étant l'axe des phases

A  $u_R$  on associe un vecteur  $\vec{v}_1$   $\begin{matrix} 0 \\ R \end{matrix}$

A  $u_L$  on associe un vecteur  $\vec{v}_2$   $\begin{matrix} \frac{\pi}{2} \\ L\omega \end{matrix}$

A  $u_C$  on associe un vecteur  $\vec{v}_3$   $\begin{matrix} -\frac{\pi}{2} \\ \frac{1}{C\omega} \end{matrix}$

A  $u$  on associe un vecteur  $\vec{v}$   $\begin{matrix} \varphi \\ Z \end{matrix}$  telque  $\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \vec{v}_3$

Trace l'axe  $Ox$  puis les vecteurs  $\vec{v}_1, \vec{v}_2$  et  $\vec{v}_3$ . Tu obtiens avec l'aide du professeur le diagramme de Fresnel.

5. Déduis du diagramme tracé
  - 5.1 L'expression de  $Z$  (En appliquant le théorème de Pythagore)
  - 5.2 L'expression de  $\tan \varphi$ , puis celle de  $\varphi$
  - 5.3 L'expression de  $\cos \varphi$
  - 5.4 Trouve le signe de  $\varphi$  ;
    - Pour  $L\omega > \frac{1}{C\omega}$
    - Pour  $L\omega < \frac{1}{C\omega}$
    - Pour  $L\omega = \frac{1}{C\omega}$

**Activité 3 : Puissance en régime sinusoïdal forcé**

On considère un circuit R,L ,C en régime sinusoïdal forcé

Soit  $i = I_m \cos \omega t$  et  $u = U_m \cos(\omega t + \varphi)$

**Consigne :**

1. Sachant que la puissance instantanée est  $P = ui$  établis l'expression de  $P$ .
2. Expression de la puissance moyenne  
Pendant  $dt$  l'énergie consommée par le circuit est  $d\varepsilon = P dt$  ; pendant une période  $T$  l'énergie moyenne est :

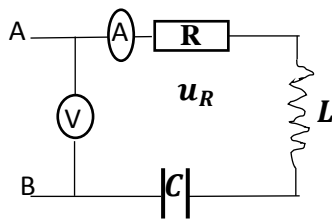
$$E = PT = \int_0^T P dt$$

Par intégration, trouve l'expression de la puissance moyenne  $P$ .

3. En déduis l'expression de l'énergie.
4. Le facteur de puissance est  $\cos \varphi$
- 4.1 Exprime  $\cos \varphi$  en fonction des caractéristiques du circuit.
- 4.2
  - a) Trouve l'expression de  $P = UI \cos \varphi$ , trouve l'expression de  $I$
  - b) Remplace  $I$  par son expression dans  $P_{\text{perdue}} = RI^2$
  - c) En déduis une importance de  $\cos \varphi$  dans le transport de l'énergie électrique.

**Activité3 : Expérience de mise en évidence de la résonance en régime sinusoïdal**

On considère le montage suivant



$\textcircled{A}$  Est un ampèremètre

$\textcircled{V}$  Est un voltmètre

$N_0$  est la fréquence propre du circuit (R,L,C).

$N$  est la fréquence imposée par le générateur

**Consigne :**

Avec l'aide du professeur décris une expérience permettant de mettre en évidence la résonance d'intensité.

- Trace la courbe  $i=f(N)$
- Identifie sur la courbe la valeur de l'intensité maximale  $I_0$  ; la fréquence  $N_0$  correspondant est la fréquence propre du circuit.
- Trace  $\Delta N = N_1 - N_2$  ;  $N_1$  et  $N_2$  sont les limites de la bande passante.  $\Delta N$  est la largeur de la bande passante.

**Activité 4 : Expérience de mise en évidence des oscillations électriques forcées dans un circuit (R, L, C)**

**Consigne :**

Avec l'aide du professeur décris une expérience de mise en évidence des oscillations électriques forcées.

---

---

**Effet photoélectrique**

---

**Situation problème :** Oumar se pose la question comment une cellule photoélectrique ne fonctionne pas dans l'obscurité.

Il veut comprendre la nature corpusculaire de la lumière, l'hypothèse d'Einstein.

L'élève veut comprendre le fonctionnement des photopiles et bien d'autres aspects de la physique corpusculaire.

**1- Ce qu'il faut savoir :**

**A l'aide des supports disponibles définis :**

- ❖ Les porteurs de charge dans les métaux
- ❖ Le travail d'extraction d'un métal
- ❖ La fréquence d'extraction d'un métal
- ❖ La longueur d'onde seuil
- ❖ L'effet photoélectrique
- ❖ Le courant de saturation
- ❖ Une cellule photoélectrique
- ❖ L'énergie lumineuse
- ❖ Energie cinétique des électrons émis
- ❖ Vitesse d'arrivée d'un électron à l'anode
- ❖ Le potentiel d'arrêt
- ❖ Le rendement d'une cellule

**2- Ce qu'il faut savoir faire**

**2-1 Décrire une expérience de mise en évidence de l'effet photoélectrique dans le vide.**

**Activité 1 : Expérience de mise en évidence de l'effet photoélectrique dans le vide**



Tu disposes d'une cellule photoélectrique, d'un milliampèremètre, d'une source de tension continue et d'une source de radiations ultra-violettes.

**Consigne :**

1. Fais un schéma du dispositif (demande l'avis de ton professeur).
2. Décris systématiquement une expérience permettant de mettre en évidence l'émission d'électrons par un métal dans le vide.

### **Activité 2 : Expérience de mise en évidence de l'effet photoélectrique dans l'air (Expérience de Hertz)**

Tu disposes d'un électroscope chargé négativement et d'une plaque de zinc bien taillée.

**Consigne :**

1. Avec l'aide du professeur fais un schéma
2. Décris l'expérience permettant l'émission d'électron par la plaque de zinc

## 2-2 Résoudre un problème

### **Activité 3: Effet photoélectrique**

**Contexte :**

Pour contrôler leurs connaissances théoriques sur le phénomène d'émission photoélectrique par un métal, Zara et Ousmane se rendent dans un laboratoire de physique.

Le laborantin met à leur disposition une cellule photoélectrique dont la cathode est constituée d'un métal doux de travail d'extraction  $W_0$ .

A l'aide d'une source de lumière monochromatique les élèves font éclairer la cathode successivement par des radiations de longueur d'onde  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ .

**Consigne :**

1. Donne les lois de l'effet photoélectrique
2. Calcule
  - 2.1 En joule le travail d'extraction du métal
  - 2.2 La longueur d'onde seuil du métal
  - 2.3 La fréquence seuil du métal
3.
  - 3.1 Compare chacune des longueurs d'onde  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  à  $\lambda_0$
  - 3.2 Trouve la radiation pour laquelle le métal émet des électrons.
4. Considère la radiation pour laquelle le métal émet des électrons
  - 4.1 Calcule l'énergie cinétique et la vitesse d'émission des électrons du métal
  - 4.2 Une tension  $U_{AC} = 100V$  est appliquée entre l'anode A et la cathode C.
    - 4.2.1 Trouve alors la vitesse d'arrivée des électrons à l'anode.
    - 4.2.2 Calcule la valeur du potentiel d'arrêt.
5. Dans le cas où il y'a émission d'électrons le courant de saturation est  $I_s = 6\mu A$  sous une puissance rayonnante  $P = 3mW$ .
  - 5.1 Calcule le nombre de photons incidents par seconde.
  - 5.2 Calcule le nombre d'électrons émis par seconde.
  - 5.3 En déduis le rendement de la cellule
  - 5.4 Calcule le rendement  $r'$  de la cellule si la puissance rayonnante est  $P' = 0,3 mW$  pour le même courant de saturation. On donne  $\lambda_1 = 0,675\mu m, \lambda_2 = 500nm, \lambda_3 = 300nm$ .  $1\mu m=10^{-6}m, 1nm=10^{-9}m$ .  $W_0=2,6 eV$

## Niveau d'énergie

---

**Situation problème :** Lors d'une conférence du docteur Cheik Modibo DIARRA dans la salle de conférence du lycée technique de Bamako, Nana et Rose se sont intéressées aux questions liées à l'astrophysique.

Elles ont posé des questions sur les quasars ; la nature de la lumière dans les lampes à gaz, l'observation de lucioles dans les cimetières pendant la nuit.

Les élèves veulent surtout comprendre les niveaux d'énergies dans l'atome d'hydrogène.

### 1-Ce qu'il faut savoir :

#### A l'aide des supports disponibles définis :

- ❖ L'atome d'hydrogène
- ❖ Le nombre quantique principal
- ❖ Le niveau d'énergie
- ❖ L'état fondamental
- ❖ L'état ionisé
- ❖ L'état excité
- ❖ Une transition
- ❖ Une série d'émission

#### 1- Ce qu'il faut savoir faire :

##### 2-1 Déterminer les niveaux d'énergies de l'atome d'hydrogène

##### Activité1 : Les niveaux d'énergies de l'atome d'hydrogène

Les niveaux d'énergies de l'atome d'hydrogène vérifient la relation

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2} \text{ Avec } \left\{ \begin{array}{l} E_0 = 13,6 \text{ eV} \\ n \geq 1 \end{array} \right.$$

$E_0$  Est l'énergie d'ionisation de l'atome.

Sous l'effet de photons d'énergies bien déterminées l'électron de l'atome peut effectuer des transitions.

Un photon est absorbé si son énergie correspond exactement à l'énergie d'une transition.

Lorsque l'énergie d'un photon est supérieure à l'énergie d'ionisation il est absorbé et l'énergie excédante est utilisée comme énergie cinétique de l'électron émis.

**Consigne :**

1.

1.1 Calcule  $E_1, E_2, E_3, E_4, E_5, E_6, E_7, E_\infty$ .

1.2 Précise :

-L'énergie correspondant à l'état fondamental

-L'énergie correspondant à l'état ionisé

1.3 Calcule l'énergie correspondant à la transition :

• De  $n=1$  à  $n=2$

De  $n=1$  à  $n=5$

• De  $n=1$  à  $n=3$

De  $n=1$  à  $n=6$

• De  $n=1$  à  $n=4$

De  $n=1$  à  $n=\infty$

1.4 En déduis une justification de l'expression "les niveaux d'énergies de l'atome d'hydrogène sont quantifiés"

2.

2.1 Trace le diagramme des énergies.

2.2 cite les séries d'émission de l'atome d'hydrogène

2.3 représente-les sur le diagramme précédent

2.4 Que se passe-t-il lorsqu'on transmet à l'atome d'hydrogène à l'état fondamental les énergies suivantes :  $W_1=10$  eV ;  $W_2=11,2$  eV ;  $W_3=12,09$  eV ;  $W_4=13,6$  eV ;  $W_5=15,2$  eV ?

3.

3.1 Exprime l'énergie  $E(n,p)$  en fonction de  $n$ ,  $p$  et  $E_0$

3.2 Sachant que  $E(n,p) = \frac{hc}{\lambda}$  montre que  $\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right)$

La constante  $R_H$  est appelée constante de Rydberg. Calcule sa valeur.

3.4 En deduis les longueurs d'ondes des 4 premières transitions des séries de Balmer et Lyman

Précise le domaine de chacune des radiations trouvées.

## Radioactivité

**Situation problème :** Lors d'une conférence internationale sur l'énergie atomique, le conférencier parlait de radioactivité, de noyaux atomiques, d'énergie nucléaire, de relativité et même de bombes atomiques en évoquant d'uranium enrichi. Kia et ses camarades, étonnés par ces termes veulent comprendre le phénomène de radioactivité, ses propriétés, ses applications et ses dangers

### 1- Ce qu'il faut savoir :

#### A l'aide des supports disponibles définis :

- ❖ Le noyau atomique
- ❖ Le défaut de masse dans un noyau
- ❖ Un nucléide
- ❖ Une particule radioactive
- ❖ Un noyau radioactif
- ❖ Un noyau instable
- ❖ Une famille radioactive
- ❖ La radioactivité
- ❖ La transmutation
- ❖ La fission
- ❖ La fusion
- ❖ L'activité d'un échantillon radioactif
- ❖ La loi de décroissance radioactive
- ❖ Le temps de demi-vie(ou période radioactive)
- ❖ L'énergie de liaison d'un noyau

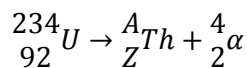
### 1- Ce qu'il faut savoir faire

#### 2-1 Equilibrer les réactions nucléaires

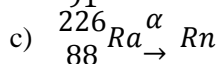
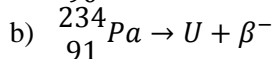
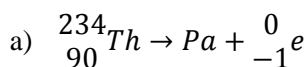
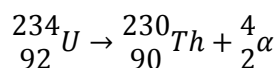
##### Activité1 :

##### Consigne :

1. Énonce les lois de conservations au cours d'une réaction nucléaire (conservation des A, des Z et de l'énergie cinétique).
2. En t'inspirant de l'exemple suivant, utilise les lois de conservation pour écrire les équations des réactions nucléaires suivantes :



$$\left[ \begin{array}{l} A + 4 = 234 \\ Z + 2 = 92 \end{array} \right] \Rightarrow \left[ \begin{array}{l} A = 234 - 4 = 230 \\ Z = 92 - 2 \end{array} \right] \quad \text{d'où l'équation}$$



- d)  ${}_{13}^{28}\text{Al} \xrightarrow{\beta^-} \text{Si}$   
 e)  ${}_{26}^{53}\text{Fe} \xrightarrow{\beta^+} \text{Mn}$

## 2-2 Appliquer la loi de décroissance radioactive

### Activité 2: Désintégration du Polonium

Le polonium 212 se désintègre avec une période égale à 3,3h. Un échantillon de polonium 212 à une activité de  $4,5 \cdot 10^8$  particules par seconde.

#### Consigne :

1. Définis la constante de désintégration  $\lambda$  du polonium. Calcule sa valeur.
- 2.
- 2.1 Trouve le nombre moyen de noyaux radioactifs dans l'échantillon à l'instant où on mesure son activité.
- 2.2 Quelle est la masse de polonium correspondant ?
- 3.
- 3.1 Etablis la loi de décroissance radioactive ; en déduis l'expression du temps de demi-vie (demande l'avis du professeur).
- 3.2 En déduis le nombre de noyaux restants au bout de 10h.
- 3.3 Quelle sera alors l'activité de l'échantillon ?

### Activité 3 : désintégration de ${}_{83}^{210}\text{Bi}$ et ${}_{83}^{211}\text{Bi}$ .

Les noyaux  ${}^{210}\text{Bi}$  et  ${}^{211}\text{Bi}$  sont radioactifs.

${}_{83}^{210}\text{Bi}$  est radioactif  $\beta^-$  (réaction 1) ; sa période est 5 jours.

${}_{83}^{211}\text{Bi}$  est radioactif  $\alpha$  (réaction 2)

#### Consigne :

1. Explique les termes "radioactif  $\alpha$ , radioactif  $\beta^-$ "
2. Ecris les équations des réactions (1) et (2).
- 3.
- 3.1 Ecris la loi de décroissance radioactive
- 3.2 Si à l'instant initial on possède  $m_0=1\text{g}$  de  ${}_{83}^{210}\text{Bi}$  trouve la masse de  $\text{Bi}$  restant.
  - 3.2.1 5 jours après cet instant
  - 3.2.2 10 jours après
  - 3.2.3 2 ans après

## 2-3 Déterminer les énergies nucléaires

### 2-3-1 Déterminer l'énergie de liaison dans un noyau atomique

**Activité 4 :** L'énergie de liaison dans un noyau atomique est donnée par la relation  $E_l = \Delta m C^2$   
 $\Delta m$  est le défaut de masse dans le noyau ;  $C = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$  est la célérité de la lumière dans le vide.

#### Consigne :

1. Donne la formule du défaut de masse.
2. On considère les 20 nucléides, dont les principales caractéristiques sont données dans le tableau ; les masses atomiques étant exprimées en u.m.a. Les données numériques :  
 -masse de neutron  $m_n=1,0086654$  u.m.a ; masse de proton  $m_p=1,00728$  u.a.m ;  
 $1\text{u.m.a}=931\text{Mev}/C^2$ .

Complète le tableau suivant

Noyau	Z	A	M(u)	$\Delta m(u)$	$\Delta m/\text{Mev}/C^2$	$E_l$
Be	4	9	9,012186			
F	9	19	18,998405			

Na	11	23	22,989773			
Al	13	27	26,981535			
P	15	31	30,973763			
Sc	21	45	40,955919			
V	23	51	50,943978			
Mn	25	55	54,938054			
Co	27	59	58,933190			
As	33	75	74,921580			
Rb	37	85	84,811710			
Y	31	89	88,905430			
Nb	39	93	92,906020			
Rh	45	103	102,904800			
Im	49	113	112,904280			
I	53	127	126,904352			
Cs	55	133	132,905090			
La	57	139	138,906060			
Pr	59	141	140,907390			
Tb	65	159	158,924950			

### 2-3-2 Energie libérée lors d'une réaction nucléaire

#### Activité 5 : Energie disponible-Energie libérée

L'énergie libérée lors de la transformation d'un certain nombre de noyaux radioactifs est  $E = NE_d$

$E_d$  est l'énergie disponible,  $N = \frac{m}{M}N$

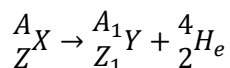
$E_d = \Delta mC^2$ ,  $\Delta m$  est le défaut de masse

$$\Delta m = [m(\text{noyau père}) + \text{masse (particule projectile)}] - [\text{masse(noyau fils)} + \text{masse(particule fille)}]$$

$\Delta m$  : est le défaut de masse lors de la réaction nucléaire.

#### Consigne :

1. Sachant que pour



$\Delta m = mX - (mY + mHe)$  donne l'expression du défaut de masse :

- 1.1 Pour une transformation  $\beta$
- 1.2 Une transmutation
- 1.3 Pour une fission
- 1.4 Pour une fusion

2. Sachant que la radioactivité  $\gamma$  correspond à une transition d'un niveau n à un niveau p du noyau fils, exprime en fonction de  $h, c$  et  $\lambda$  l'énergie de désexcitation d'un noyau fils.

### 2-4 S'approprier quelques applications de la radioactivité

### Activité 6 : Les applications de la radioactivité

Avec l'aide du professeur, cite quelques domaines d'applications de la radioactivité.

---

### Effet Thermoélectronique :

---

**Situation problème :** Au laboratoire du lycée technique de Bamako, les élèves réalisent une expérience au cours de laquelle ils se rendent compte qu'un métal convenablement chauffé émet des électrons.  
Ils se posent des questions et veulent bien comprendre ce phénomène et s'appropriier ses domaines d'application.

1- **Ce qu'il faut savoir faire :**

**A l'aide des supports disponibles définis :**

- ❖ L'effet thermoélectrique
- ❖ La diode thermoélectronique
- ❖ Une polyode

2- **Ce qu'il faut savoir faire**

2-1 **Décrire une expérience permettant de mettre en évidence l'effet thermoélectronique.**

**Activité1 :** Expérience de mise en évidence de l'effet thermoélectrique

Tu disposes d'une diode thermoélectronique, d'un milliampèremètre, d'un générateur plaque  $G_P$  ; d'un générateur de chauffage  $G_C$ .

**Consigne :**

A l'aide de ce matériel

1. Fais un schéma de montage
2. Décris une expérience de mise en évidence de l'effet thermoélectrique

**Activité2 : Expérience de mise en évidence des rayons X**

Tu disposes d'un tube de Coolidge.

1. Avec l'aide du professeur décris une expérience permettant de mettre en évidence les rayons X.
2. Cite trois domaines d'utilisations des rayons X.

## ■ Stéréochimie

---

### Situation problème :

Au cours de ses révisions pendant les vacances Kadidia a lu dans un ancien cahier de chimie de l'un de ses frères à propos de la stéréochimie.

Dans ce document il y'a question de méthodes de représentation de la structure spatiale d'une molécule ; de carbone asymétrique ; de chiralité. Confuse, Kadidia demande à son professeur de chimie de lui expliquer ces termes. Kadidia veut réellement s'approprier toutes les notions de stéréochimie.

#### 1- Ce qu'il faut savoir

A partir des documents disponibles, définis :

- ❖ Le carbone tétraédrique
- ❖ Le carbone asymétrique
- ❖ Une molécule chirale
- ❖ La chiralité
- ❖ La stéréochimie

#### 2- Ce qu'il faut savoir faire

##### 2.1 Identifier les atomes de carbones asymétriques

##### Activité 1: Identification de carbones asymétriques- molécule chirale

Considérons la molécule (A) du Bromo, Chloro, Iodométhane

##### Consigne :

1. Ecris la formule développée de (A)
2. Encadre les atomes liés au carbone
3. Vérifie que les quatre (4) atomes liés à C sont tous différents. Conclue (carbone asymétrique, chiralité).

##### 2.2 Représenter une molécule dans l'espace

##### Activité 2 : Représentation de Cram (ou en perspective)

Considérons la molécule du méthane (A)

##### Consigne :

1. Donne la formule développée de (A)
2.
  - 2.1 Représente la molécule de (A) en plaçant l'atome de carbone au centre d'un tétraèdre.



2.2 Supprime les traits de liaisons du tétraèdre et observe l'atome de carbone. Tu obtiens la représentation de C en perspective.

Conclus

### Activité 3 : Représentation de Fischer

Considérons la formule  $R - CH_2 - COOH$  d'un acide carboxylique.  
Le carbone numéro 2 est appelé carbone  $\alpha$ .

Consigne :

1. Remplace un H du carbone  $\alpha$  par un groupe amino  $-NH_2$

La molécule trouvée  $R - \overset{CH}{\underset{NH_2}{C}} - COOH$  est un acide  $\alpha$  aminé

2.

2.1 Trace une croix



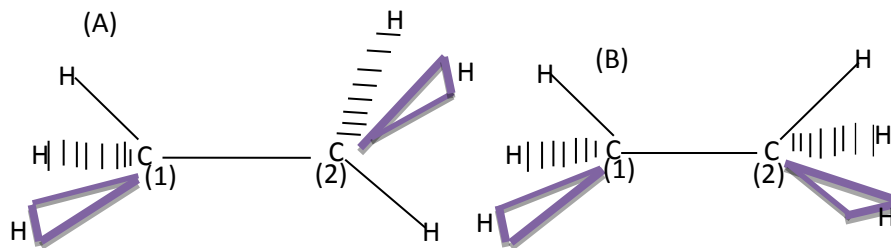
2.2 Place :

- COOH en haut
- R en bas
- $NH_2$  à droite dans un premier cas
- $NH_2$  à gauche dans un deuxième cas.

Les deux représentations sont celle de Fischer de  $R - CH(NH_2) - COOH$

### Activité 4 : Représentation d'une molécule en Newman

Considérons les deux (2) représentations suivantes de la molécule de l'éthane.



Consigne:

1. Reproduis les molécules A et B
2. Fixe un plan de regard suivant l'axe 1-2 pour A et B (gauche vers droite)
3. Représente par un point le carbone N°1 dans chaque cas.  
Représente par un cercle (centré au point représentant  $C_1$ ) les carbones N°2
- 4.

#### 3.1 Pour A

On constate que les liaisons  $C_{(1)}-H$  et  $C_{(2)}-H$  situées du même côté (en haut) ne sont pas dans le même plan. Les H de  $C_{(2)}$  sont décalés par rapport à ceux de  $C_{(1)}$ .

Dessine les liaisons C-H (Avec l'aide du professeur). Tu obtiens la conformation décalée de  $C_2H_6$ .

#### 4.2 Pour B

Tu constates le contraire, les liaisons  $C_{(1)}-H$  et  $C_{(2)}-$  placées du même côté sont dans le même plan.

Les H de  $C_{(2)}$  sont éclipsés par ceux de  $C_{(1)}$ .

Dessine les liaisons C-H. Tu obtiens la conformation éclipsée de  $C_2H_6$ .

Les représentations obtenues sont celles de Newman de  $C_2H_6$ .

## 2 Isomérisation

### Situation problème :

Lors d'une conférence sur les sciences de la matière ; deux élèves très passionnés ont relevé plusieurs passages leurs semblant ambigus.  
Les élèves veulent s'approprier les notions d'isomérisation plane, de stéréo-isomérisation et d'isomérisation optique.

#### 1- Ce qu'il faut savoir

A l'aide des documents disponibles, définis :

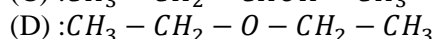
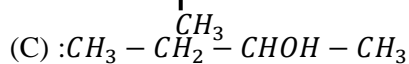
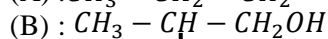
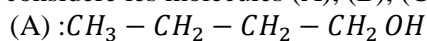
- ❖ L'isomérisation
- ❖ L'isomérisation plane
- ❖ L'isomérisation spatiale (ou stéréo-isomérisation)
- ❖ Isomères
- ❖ Isomérisation plane de chaîne
- ❖ Isomérisation plane de position
- ❖ Isomérisation plane de fonction
- ❖ Isomérisation de conformation
- ❖ Conformères
- ❖ Isomérisation de configuration
- ❖ Enantiomérisation
- ❖ Enantiomères
- ❖ Diastéréoisomérisation
- ❖ Diastéréoisomères
- ❖ Isomérisation optique
- ❖ Substance optiquement active
- ❖ Le pouvoir rotatoire
- ❖ Une substance dextrogyre
- ❖ Une substance lévogyre
- ❖ Un mélange racémique

#### 2- Ce qu'il faut savoir faire

##### 2-1 S'approprier l'isomérisation plane

##### Activité 1 : Détermination des isomères du plan

On considère les molécules (A), (B), (C) et (D) suivantes :



1. Trouve la formule brute de (A), (B), (C), (D). Que constates-tu ?
2. Compare (conclus dans chaque cas) :
  - les chaînes carbonées de (A) et (B).
  - La position du groupe OH dans (A) et (C).
  - Les fonctions chimiques de (A) et (D).

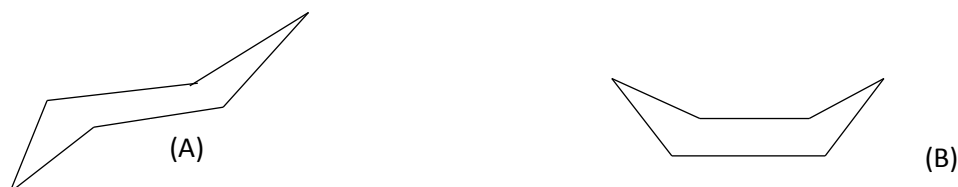
## 2-2 S'approprier les Conformères

### Activité 2 : Détermination des conformères de $C_2H_6$ et $C_6H_{12}$ .

#### Consigne :

Une molécule change de conformation par rotation d'un angle  $\alpha$  autour d'une liaison simple carbone-carbone.

1. Donne les conformations décalées et éclipsées de l'éthane. Quelle différence peux-tu constater ?
2. Observe les deux molécules



- 2.1 Donne la formule brute de (A) et (B)
- 2.3 Donne la différence entre (A) et (B). Conclue

## 2-3 S'approprier les énantiomères

### Activité 3 : Représentation des énantiomères

On considère la molécule  $CH_3 - CH_2 - CHOH - CH_3$  (A)

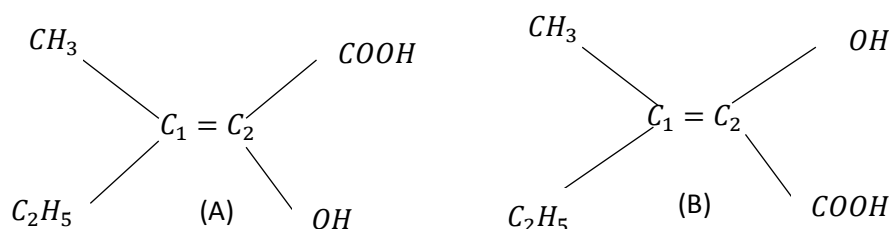
#### Consigne :

1. Nomme la molécule
2. Identifie l'atome de carbone asymétrique
3. Représente en perspective la molécule (A)
4. Dessine un miroir vertical au voisinage (A)
5. Trouve l'image B de (A) donnée par le miroir. Conclue

## 2-4 S'approprier les isomères Z-E

### Activité 4 : Détermination des isomères Z-E

On considère les deux molécules (A) et (B) suivantes :



#### Consigne :

1. Trouve la formule brute de (A) et (B). Conclue.
2. Compare les substituants de chacun des carbones séparés par la double liaison  
Si ces substituants sont différents entre eux, la molécule possède des isomères Z-E
3. Compare les masses molaires de  $-CH_3$  et  $-C_2H_5$  d'une part puis celles de  $-COOH$  et  $OH$  d'autre part.
4. Les groupes à masses molaires plus élevées sont appelés prioritaires.  
Donne la position des prioritaires (sont dans le même plan (Z) ou dans deux plans opposés(E)).

- Dans (A)
- Dans (B). Conclue

## 2-6 Déterminer les isomères optiques

### Activité 5 : Détermination des isomères optiques

Une solution de L-Ala (ou acide 2\_aminoprpanoïque) (A) de concentration molaire volumique  $20 \text{ g/cm}^3$  est contenue dans une cuve de largeur 10cm. Le pouvoir rotatoire spécifique de la solution est  $-1,52 \text{ }^\circ\text{dm}^{-1}\text{g}^{-1}\text{cm}^3$ .

**Consigne :**

1. Donne la formule du pouvoir rotatoire d'une substance.
2. En déduis le pouvoir rotatoire de L-Ala.
3. La solution de L-Ala est lévogyre.
  - 3.1 Trouve la formule de l'énantiomère (B) de L-Ala.
  - 3.2 Détermine le pouvoir rotatoire d'une solution identique de cet énantiomère. Conclus.
  - 3.3 Trouve le pouvoir rotatoire d'un mélange équimolaire de (A) et (B). Conclus.

**Situation problème :**

Dans le laboratoire de chimie de son lycée, Amadou a identifié plusieurs produits chimiques parmi lesquels les alcools.

Il a remarqué qu'il existe des classes d'alcools, des polyalcools. Amadou s'est beaucoup intéressé à d'autres produits comme la DNPH, la liqueur de Fehling, le dichromate de potassium.

Le laborantin lui a parlé de produits d'oxydations ménagées des alcools, de Markovnikov...

Très inquiet, Amadou veut comprendre et s'appropriier toutes les notions sur les alcools

**1- Ce qu'il faut savoir**

A l'aide des documents disponibles, définis :

- ❖ Un alcool
- ❖ Un alcool primaire
- ❖ Un alcool secondaire
- ❖ Un alcool tertiaire
- ❖ Un polyalcool (dialcool, trialcool)
- ❖ L'oxydation ménagée d'un alcool
- ❖ Le dichromate de potassium
- ❖ Le permanganate de potassium
- ❖ La liqueur de Fehling
- ❖ Le nitrate d'argent ammoniacal (ou réactif de Tollens)
- ❖ La DNPH
- ❖ Le réactif de Schiff

**2- Ce qu'il faut savoir faire**

**2-1 S'approprier la structure d'un alcool et les trois (3) classes d'alcools**

**Activité 1 : Détermination des trois classes d'alcool**

On considère la molécule du 2-méthylbutane (A)

**Consigne :**

1. Donne la formule semi développée de (A).
2. Remplace un atome d'hydrogène successivement des carbones (1), (2), (3), (4) par un groupe OH.

Nomme chaque composé obtenu. Retrouve les trois classes d'alcool. Conclus.

**2-2 S'approprier la méthode de préparation des alcools**

**Activité 2 : Enoncé de la loi de Markovnikov**

On considère le propène (A) (alcène non symétrique)

**Consigne :**

1. Donne la formule semi développée de A.
2. Ecris l'équation de la réaction de A avec H-OH  
Rattache le groupement OH
  - Au carbone le moins hydrogéné de la double liaison
  - Au carbone le plus hydrogéné de la double liaison
3. Nomme les produits obtenus, précise leur classe.
4. L'expérience montre que l'alcool de classe supérieure est majoritairement obtenu (Loi de Markovnikov)  
Enonce la loi de Markovnikov
5. Ecris l'équation de la réaction de l'eau sur  $CH_3 - CH = CH - CH_3$  (alcène symétrique). Conclus

**2-3 S'approprier quelques propriétés chimiques des alcools**

**Activité 3 : Produit d'oxydation ménagée des alcools**

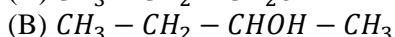
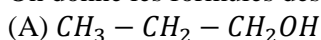
**Consigne :**

1. Donne la formule générale :
  - D'un alcool primaire (A)

- D'un alcool secondaire (B)
  - D'un alcool tertiaire (C)
2. Ecris l'équation de la réaction de déshydrogénation de A, B, C. Que constates-tu pour (C)?
  3.
    - 3.1 En déduis les fonctions chimiques des produits d'oxydation ménagée des alcools.
    - 3.2 Avec l'aide du professeur :
      - Donne les tests caractéristiques de ces produits.
      - Précise les couleurs de ces tests positifs.
  4. Ecris l'équation de la combustion vive d'un alcool  $C_nH_{2n+2}O$  sachant que l'on obtient  $CO_2$  et  $H_2O$ . En déduis la différence entre combustion vive et oxydation ménagée.
  5. De la consigne 2, trouve les produits d'hydrogénation des aldéhydes, des cétones.

#### Activité 4 : Produits de déshydratation des alcools

On donne les formules des deux alcools :



Ces alcools peuvent être déshydratés en présence d'alumine ( $Al_2O_3$ ).

#### Consigne :

1. Ecris les équations des réactions de déshydratation d'une molécule de (A), d'une molécule de (B) sachant que l'on obtient un ou deux alcènes.
2. Ecris l'équation de la réaction de déshydratation entre deux molécules de (A) donnant un éther-oxyde. Conclus.

#### Activité 5 : Réactions d'un alcool sur l'acide nitrique, le sodium, un acide carboxylique

#### Consigne :

Ecris les équations des réactions d'un alcool  $R - OH$  avec :

- l'acide nitrique  $HNO_3$  (donnant un nitrate d'alkyle et de l'eau).
- Le sodium  $Na$  (donnant alcoolate de sodium et du dihydrogène).
- Un acide carboxylique  $R' - COOH$  (donnant un ester et de l'eau).

#### Activité 6 : Equation des réactions d'oxydations ménagées avec la solution oxydante acidifiée $Cr_2O_7^{2-}$ .

#### Consigne :

1. Ecris la demi équation électronique correspondant à  $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$
2. Ecris la demi-équation électronique correspondant à  $R-CHO/R-CH_2OH$
3. En déduis l'équation bilan de la réaction de  $Cr_2O_7^{2-}$  sur  $R-CH_2OH$  par défaut en additionnant membres à membres les demi-équations précédentes et en éliminant les électrons.
4. Ecris la demi-équation électronique correspondant à  $R-COOH/R-CH_2OH$ . En déduis l'équation bilan de la réaction de  $Cr_2O_7^{2-}$  sur  $R-CH_2OH$  par excès.
5. Ecris la demi équation électronique correspondant à  $R-CO-R'/R-CHOH-R'$ . En déduis l'équation de la réaction de  $Cr_2O_7^{2-}$  sur  $R-CHOH-R'$

#### Activité 7 : Equation de la réaction de $MnO_4^-$ sur un alcool.

#### Consigne :

1. Ecris la demi équation électronique de  $MnO_4^-/Mn^{2+}$ .
2. En déduis l'équation de la réaction de  $MnO_4^-$ 
  - 2.1 Sur un alcool primaire par défaut
  - 2.2 Sur un alcool primaire par excès.
  - 2.3 Sur un alcool secondaire

## 2-4 Déterminer les polyalcools

### Activité 8 : Détermination du glycol

Le glycol est un diol de formule  $CH_2OH - CH_2OH$  il est utilisé comme antigel et pour la fabrication d'explosifs.

#### Consigne :

1. Donne son nom systématique
2. Préparation du glycol

- 2.1 Donne la formule de l'éthylène
- 2.2 Ecris l'équation de la réaction du dioxygène sur l'éthylène conduisant au monoxyde d'éthylène.
- 2.3 Ecris l'équation de la réaction de l'eau sur le monoxyde d'éthylène. Nomme le composé obtenu.
3. La réaction de  $\text{HNO}_3$  sur le glycol conduit à un explosif : la di nitro glycine.
  - 3.1 Ecris l'équation de la réaction de  $\text{HNO}_3$  sur le glycol.
  - 3.2 Donne le nom systématique de l'explosif.

**Activité 9 : Détermination du glycérol**

Le glycérol est un triol de formule  $\text{CH}_2\text{OH} - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{OH}$  ; Il est utilisé pour la fabrication d'explosifs, ainsi que dans la synthèse des beurres.

**Consigne :**

1. Donne le nom systématique du glycérol.
2. La réaction de  $\text{HNO}_3$  sur le glycérol conduit à un explosif puissant le tri nitroglycérine.
  - 2.1 Ecris l'équation de la réaction de  $\text{HNO}_3$  sur le glycérol.
  - 2.2 Donne le nom systématique de l'explosif.

---

**4** Les amines

---

**Situation problème :** Lors d'une recherche sur les composés organiques, Zoumana et Aissata ont rencontré une famille de composés leur semblant très confuse. Sur la page, ils ont lu à propos d'amines, de Sabatier, d'Hoffman, de nucléophilie et de basicité. Les élèves n'ayant rien compris sont déterminés à rencontrer leur professeur de chimie ; ils veulent s'approprier les amines et leurs propriétés.

**1- Ce qu'il faut savoir**

Les définitions générales

- ❖ L'ammoniac
- ❖ Une amine
- ❖ Une amine primaire
- ❖ Une mine secondaire
- ❖ Une mine tertiaire

- ❖ Une diamine
- ❖ La basicité
- ❖ La nucléophilie
- ❖ Un composé nucléophile

## 2- Ce qu'il faut savoir faire

### 2-1 S'approprier les trois classes d'amines

#### Activité 1 : Détermination des trois classes d'amines

##### Consigne :

1. Donne la formule développée de l'ammoniac.
2. Remplace successivement un, deux, trois atomes d'hydrogène de la molécule de l'ammoniac par
  - Un radical alkyle  $R_1$  ((ou aryle A- $R_1$ ))
  - Deux radicaux alkyles  $R_1$  et  $R_2$ .
  - Trois radicaux  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_3$

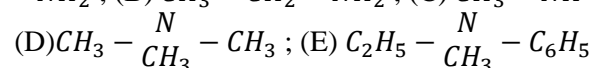
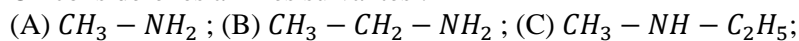
Tu obtiens successivement une amine primaire, une amine secondaire, une amine tertiaire.

### 2-2 Nommer les amines

#### Activité 2 : Nomenclature radico-fonctionnelle des amines.

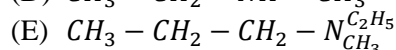
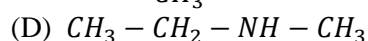
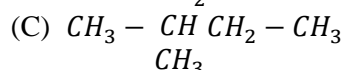
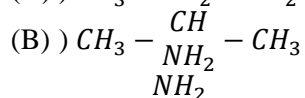
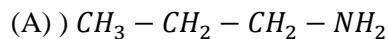
##### Consigne :

1. Donne la formule des radicaux alkyles suivants : méthyle, éthyle, propyle, phényle.
2. On considère les amines suivantes :



- 2.1 Identifie les alkyls dans chacune des amines.
- 2.2 Enumère les radicaux par ordre alphabétique puis ajoute le terme amine.  
Tu obtiens les noms radicaux fonctionnels des amines.

#### Activité 3 : Nomenclature substitutives :



##### Consigne :

1. Pour les amines A, B, C (non substituées à l'azote)
  - Donne le nom de l'alcane correspondant à la chaîne carbonnée.
  - Remplace la terminaison finale "e" de l'alcane par "amine" tout en précisant la position du carbone porteur de la fonction amine.

Tu obtiens les noms de ces amines.

2. Pour les amines (D) et (E) substituées à l'azote

2.1 Identifie le radical le plus carboné de chacune de ces amines. Encadre les radicaux les moins carbonés.

2.2 Considères les radicaux les moins carbonés comme substituées à l'azote, puis trouve les noms des amines en considérant ces amines comme dérivées des alcanes correspondant aux radicaux les plus carbonés.

### 2-3 S'approprier quelques propriétés des amines

#### Activité 3 : La basicité des amines

1. Donne le schéma de Lewis de l'azote  $^{14}_7N$ . Identifie sur cet atome le doublet d'électrons non liants. Ce doublet est capable de fixer un proton  $H^+$



2. Ecris l'équation de la réaction réversible de l'eau sur l'amine  $R - NH_2$ . La réaction traduit le caractère basique des amines.

#### Activité 4 : La nucléophilie des amines : Réaction d'Hoffman

##### Consigne :

- 1- Donne la formule de la méthanimine puis celle de l'iodométhane.
- 2- Ecris l'équation de la réaction de l'iodométhane sur la méthanimine. Nomme le composé obtenu.

Cette réaction caractérise la nucléophilie de la méthanimine.

#### 2-4 S'appropriier les méthodes de préparation des amines

##### Activité 4 : Préparation des amines à partir d'un alcool : méthode de Sabatier

##### Consigne :

1. Donne la formule générale d'un mono alcool (A).
2.
  - 2.1 Ecris l'équation de la réaction de (A) avec l'ammoniac donnant un composé (B).
  - 2.2 Ecris l'équation de la réaction de (A) sur (B) donnant (C).
  - 2.3 Ecris l'équation de la réaction de (A) avec (C)Tu obtiens successivement les trois classes d'amines.

##### Activité 5 : Préparer Les amines par la méthode d'Hoffman

##### Consigne :

1. Ecris l'équation de la réaction de l'ammoniac sur un halogénure d'alkyle (A).
2. Ecris l'équation de la réaction de (A) sur le produit de la réaction précédente donnant un composé B.
3. Ecris l'équation de la réaction de (B) sur l'halogénure d'alkyle.  
Tu obtiens les trois classes d'amines.

## 5 Les acides carboxyliques

---

### Situation problème :

Dans une revue scientifique Sidiki a lu à propos des acides carboxyliques : " Les acides carboxyliques", produits ultimes d'oxydations ménagées des alcools primaires peuvent exister à l'état naturel dans le vinaigre et dans certains fruits.

Ces composés très importants peuvent subir des transformations et donner des dérivés.

Très curieux, Sidiki et ses camarades veulent s'appropriier rapidement les acides carboxyliques et leurs dérivés.

### 1- Ce qu'il faut savoir

Les définitions générales

- ❖ Un acide carboxylique
- ❖ Un dérivé d'acide carboxylique
- ❖ Un chlorure d'acyle
- ❖ Un anhydride d'acide
- ❖ Une amide
- ❖ Un ester
- ❖ L'estérification

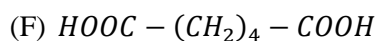
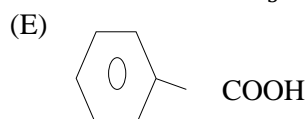
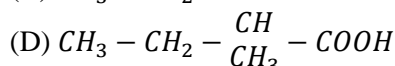
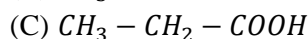
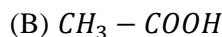
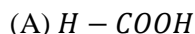
- ❖ L'hydrolyse
- ❖ La saponification

## 2- Ce qu'il faut savoir faire

### 2-1 Nommer un acide carboxylique

#### Activité 1 : Nomenclature des acides carboxyliques

On considère les acides carboxyliques suivants :



#### Consigne :

1. Numérote les chaînes de chacun des acides en donnant au carbone fonctionnel l'indice (1). Le nom de l'acide correspond à celui de l'alcane correspondant.
2. Ecris le terme acide puis celui de l'alcane correspondant. Remplace la terminaison 'e' de l'alcane par 'oïque'.
3. Pour les acides (E) et (F) demande l'avis de ton professeur.

### 2-2 Déterminer quelques propriétés des acides carboxyliques

#### Activité 2 : Détermination de l'acidité

- 1- Ecris l'équation de la réaction de l'eau sur un acide carboxylique sachant que l'acide cède un proton  $H^+$  à l'eau donnant  $H_3O^+$  selon une réaction réversible.  
C'est la mise en évidence de l'acidité.

#### Activité 3 : Réaction de la soude $NaOH$ sur un acide carboxylique

##### Consigne :

Ecris l'équation de la réaction de la soude sur l'acide carboxylique  $R - COOH$  sachant que l'on obtient un sel et de l'eau. Cette réaction permet de doser un acide carboxylique en fin de trouver sa masse molaire.

#### Activité 4 : La décarboxylation d'un acide carboxylique

##### Consigne :

La décarboxylation d'un acide carboxylique conduit à un alcane.  
Ecris l'équation de décarboxylation de  $CH_3 - COOH$  ;  $CH_3 - CH_2 - COOH$  ;  
 $CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOH$

### 2-3 Déterminer les dérivés d'acides carboxyliques

#### Activité 5 : Détermination des chlorures d'acyles

On considère un acide carboxylique  $R - C \begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \end{matrix} H$

##### Consigne :

1. Remplace le groupe  $OH$  par  $Cl$ . Tu obtiens la formule générale des chlorures d'acyles. Ecris sa formule en fonction de  $n$ .
2. Obtention des chlorures d'acyles
  - 2.1 La réaction de  $SOCl_2$  (chlorure de thionyle) sur  $R-COOH$  conduit à un chlorure d'acyle, à  $SO_2$  et  $HCl$ . Ecris l'équation de cette réaction.
  - 2.2 Ecris l'équation de  $PCl_5$  sur  $R-COOH$  sachant qu'elle conduit à  $R-COCl$ ,  $POCl_3$ , et  $HCl$ .
  - 2.3 Ecris les équations des réactions de  $HCl$ ,  $PCl_3$  sur  $R-COOH$ .
3. Nomenclature des chlorures d'acyles : Considérons l'acide carboxylique  $CH_3 - CH_2 - COOH$ .

- Donne le nom de cet acide
- Donne la formule de son chlorure
- Remplace le terme acide par chlorure et ‘‘oïque’’ par ‘‘oyle’’

Tu obtiens le nom du chlorure d’acyle

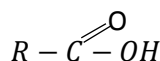
### Activité 6 : Détermination des anhydrides d’acides

Consigne :

1. Dans la formule  $R - C_{-OH}^=O$  d’un acide carboxylique, remplace OH par  $-O - \frac{C}{O} - R'$ . Tu obtiens la formule générale des anhydrides. Ecris sa formule en fonction de n.
2. Préparation des anhydrides :
  - 2.1 Pour un anhydride symétrique. Ecris l’équation de la réaction de déshydratation entre deux (2) molécules de R-COOH en présence de P<sub>4</sub>O<sub>10</sub>. Le produit obtenu est un anhydride symétrique (R-CO)<sub>2</sub>O.
  - 2.2 Pour un anhydride non symétrique  
Ecris l’équation de la réaction de déshydratations entre deux acides carboxyliques R-COOH et R’-COOH. Tu obtiens un anhydride linéaire non symétrique (R-COOCO-R’).
  - 2.3 Pour un anhydride cyclique on procède à la déshydratation intramoléculaire.
3. Nomenclature :  
Considérons l’anhydride suivant  $CH_3 - CO - O - CO - C_2H_5$ 
  - 3.1 Identifie les acides carboxyliques contenus dans la formule de (A).
  - 3.2 Ecris le terme anhydride et cite par ordre alphabétique les noms des acides identifiés.  
Tu obtiens le d’anhydride

### Activité 7 : Détermination des amides

Consigne :

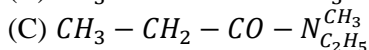
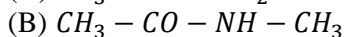
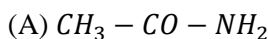


1. Dans la formule  $R - C_{-OH}^=O$  remplace le groupe OH par :
  - -NH<sub>2</sub>
  - -NH-R<sub>1</sub>
  - $-N_{R_1}^{R_2}$

Tu obtiens les formules des amides. Trouve la formule en fonction de n.
2. Préparation des amides
  - 2.1 Par la réaction de R-COOH sur l’ammoniac.
    - Ecris l’équation de la réaction réversible de R-COOH avec NH<sub>3</sub>.
    - Elimine une molécule d’eau du produit de la réaction précédente en présence de P<sub>4</sub>O<sub>10</sub>. Tu obtiens une amide non substituée à l’azote.  
Pour obtenir des amides substitués à l’azote, remplace l’ammoniac par une amine primaire ou secondaire et reprends la consigne 2.1.
  - 2.2 Par la réaction d’un chlorure d’acyle sur l’ammoniac.
    - Ecris l’équation de la réaction de l’ammoniac sur  $R - COCl$  ; Tu obtiens selon une réaction totale une amide non substituée à l’azote.
    - Remplace l’ammoniac par une amine primaire ou secondaire. Tu obtiens des amides substitués à l’azote.

### 3. Nomenclature des amides

On donne les amides suivants :



Consigne :

1. Trouve le nom de l’alcane correspondant à (A), remplace le ‘‘e’’ final du nom de l’alcane par ‘‘amide’’. Tu obtiens le nom de A
2. Identifie les parties acides carboxyliques de (B) et (C).  
Pour B : (mono substitué à l’azote)  
Identifie le radical rattaché à N. considère-le comme substituant à l’azote.

Nomme B.

Pour C : (di substituée à l'azote)

Enumère par ordre alphabétique les radicaux substitués à l'azote. En déduis le nom de C.

### Activité 9 : Détermination des esters

Consigne :

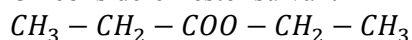
1. Formule d'un ester

- Remplace le groupe OH de  $R - C_{-OH}^=O$  par  $-O - R'$ .  
Tu obtiens la formule générale des esters.
- Retrouve la formule générale des esters en fonction de n.  
Trouve la masse molaire en fonction de n.

2. Nomenclature des esters

L'ester est nommé comme un carboxylate d'alkyle (alcanoate d'alkyle).

On considère l'ester suivant



- Identifie la partie acide carboxylate; nomme-la en utilisant la règle de numérotation des carbones d'un acide carboxylique.
- Identifie la partie alkyle. Nomme-la.
- Trouve alors le nom de l'ester.

3. Obtention d'un ester

3.1 Par estérification direct

- Ecris l'équation de la réaction réversible d'un acide carboxylique  $R - COOH$  avec un alcool  $R' - OH$ .  
Tu obtiens un ester et de l'eau.
- Les caractéristiques de cette réaction sont : lente, réversible, athermique et limitée.

3.2 Par estérification indirecte

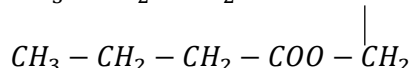
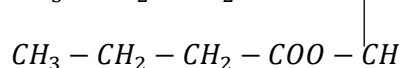
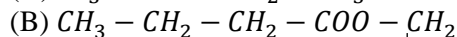
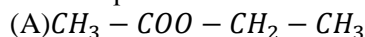
- Remplace  $R - COOH$  par  $R - COCl$ .  
Tu obtiens un ester et  $HCl$ .
- Ecris l'équation de la réaction totale.
- Remplace  $R - COOH$  par  $R - CONH_2$  (ou une amide mono ou di substituée à l'azote).  
Tu obtiens un ester et de l'ammoniac (une amine primaire ou secondaire)
- Ecris les équations des réactions totales.
- Remplace  $R - COOH$  par  $(R - CO)_2O$   
Tu obtiens un ester et un acide carboxylique  $R - COOH$
- Ecris l'équation de la réaction totale.

### Activité 9 : Saponification et hydrolyse d'un ester.

Consigne :

1. Saponification

Ecris l'équation de la réaction de chacun des esters suivants avec la soude ou la potasse, sachant que l'on obtient un sel et un alcool.



Les produits obtenus sont entre autres des alcools et des carboxylates des métaux qui sont des savons; ces réactions sont totales.

2. Hydrolyse d'un ester

La réaction inverse de l'estérification s'appelle l'hydrolyse.

Ecris l'équation de la réaction de l'eau sur  $R - COO - R'$  en milieu acide.

## Acides $\alpha$ aminés ou $\alpha$ -AA

---

### Situation problème :

Dans une brochure scientifique Djénéba a eu plusieurs renseignements sur les protéines, les composés amphotères, les Amphion et autres. Elle veut bien comprendre et s'appropriée ces termes.

#### 1- Ce qu'il faut savoir :

Les définitions générales

- ❖ Un acide  $\alpha$ -aminé
- ❖ L'Amphion ou zwitterion
- ❖ L'anion
- ❖ Le cation
- ❖ Un composé amphotère
- ❖ Une liaison peptidique
- ❖ Un dipeptide
- ❖ Un polypeptide
- ❖ Une protéine

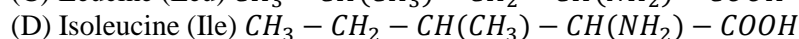
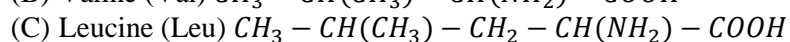
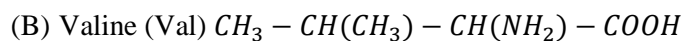
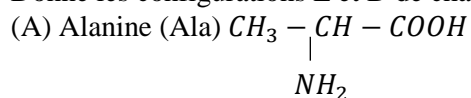
#### 2- Ce qu'il faut savoir faire

2-1 Déterminer les configurations d'un acide  $\alpha$ -aminé.

#### Activité 1 : Configuration L et D d'un $\alpha$ -AA

Consigne :

1. Donne les configurations L et D de chacun des acides  $\alpha$ -aminés suivants :



2. Donne les noms systématiques de chacun d'eux.

## 2-2 Déterminer les formes ioniques d'un $\alpha$ -AA

### Activité 2: Les espèces ioniques d'un $\alpha$ -AA

Donne les formes ioniques de chacun des  $\alpha$ -AA de l'activité 1 en te servant des définitions générales.

## 2-3 Déterminer les propriétés acides et basiques d'un $\alpha$ -AA

### Activité 3 : Détermination des propriétés acides et basiques d'un $\alpha$ -AA

Consigne :

1.
  - Donne la formule générale d'un  $\alpha$ -AA
  - Encadre les groupements fonctionnels présents dans cette molécule.
  - En déduis une explication des propriétés acides et basiques d'un  $\alpha$ -AA
2. Ecris l'équation de la réaction
  - De l'ion  $H_3O^+$  (acide fort) sur l'  $\alpha$ -AA donnant le cation.
  - De l'ion  $OH^-$  (base forte) sur l'  $\alpha$ -AA donnant l'anion.

Nomme dans chaque cas l'ion obtenu.

## 2-4 Déterminer le caractère amphotère d'un acide $\alpha$ -aminé

### Activité 4 : Détermination du caractère amphotère d'un acide $\alpha$ -Aminé

Consigne :

1. Encadre les deux groupes fonctionnels présents dans la molécule d'un  $\alpha$ -AA.
2. En solution neutre le groupe acide ( $-COOH$ ) cède un proton que le groupe basique ( $NH_2$ ) capte.
  - Ecris l'équation de cette réaction.
  - Nomme l'ion obtenu
  - En déduis une explication du caractère amphotère d'un acide  $\alpha$ -aminé.

### Activité 5: Caractère amphotère de l'Amphion

Consigne :

1. Ecris la formule de l'Amphion
2. Ecris l'équation de la réaction de cet ion avec :
  - L'ion  $H_3O^+$  donnant le cation
  - L'ion  $OH^-$  donnant l'anion
  - En déduis une explication du caractère Amphotère du *zwitterion*.

## 2-4 Déterminer un dipeptide

### Activité 6 : Détermination d'un dipeptide

On considère deux acides  $\alpha$ -Aminés

A :  $NH_2 - CH_2 - COOH$  (gly)

B:  $NH_2 - \overset{CH}{\underset{CH_3}{|}} - COOH$  (ala)

Consigne:

1.
  - Elimine une molécule d'eau entre le  $-COOH$  de A et le groupe  $-NH_2$  de B.
  - Encadre le groupe amide obtenu dans le produit de cette réaction.
  - Identifie la liaison entre  $-CO$  et N.

Cette liaison est la liaison peptidique.  
Le composé  $P_1$  obtenu est un dipeptide. Donne son nom.
2. Elimine une molécule d'eau entre le groupe  $-NH_2$  de A et le groupe  $-COOH$  de B. Réponds aux mêmes questions que dans 1. Conclus.
3. Obtention d'un seul dipeptide
  - On peut avoir  $P_1$  seulement en procédant de la façon suivante :
  - Bloquer le groupe  $-COOH$  de B en le transformant en ester et activer celui de A en le transformant en  $-COCl$ .
  - Protéger le groupe  $-NH_2$  de A en le transformant en amide.
  - Faire réagir après ces opérations A sur B.

- Ecris alors l'équation de synthèse de P<sub>1</sub> seul.
4. L'hydrolyse d'un polypeptide libère tous les α-AA le composant.  
Ecris l'équation de la réaction de l'eau sur Ala-Gly-Val-Leu.

## 7 Les polymères synthétiques

**Situation problème** : Lors de leurs visites de terrain ; les élèves de STI ont posé plusieurs questions à un ingénieur.  
Les élèves veulent comprendre et s'approprier les polymères, de polymérisation...  
Ils veulent surtout savoir comment écrire les équations de synthèse de certains polymères industriels.

### 1- Ce qu'il faut savoir

Les définitions générales

- ❖ Un monomère
- ❖ Un motif
- ❖ Une macromolécule
- ❖ Un polymère
- ❖ La polymérisation
- ❖ La polycondensation
- ❖ La polyaddition

### 2- Ce qu'il faut savoir faire

#### 2-1 Déterminer les polymères de polyadditions

##### Activité 1 : Détermination du polyéthylène (PE)

Le polyéthylène est un polymère de polyaddition obtenu par polymérisation de l'éthylène.  
Il est utilisé pour la fabrication d'emballages plastiques alimentaires, en électricité ; fabrication des récipients.

##### Consigne :

- ❖ Donne la formule du monomère du PE (éthylène)
  - ❖ Remplace la double liaison par une liaison simple
  - ❖ Mets un trait horizontal sur chaque carbone de la double liaison de façon à respecter la valence de chaque carbone.
  - ❖ Mets un crochet (ou une parenthèse) sur chaque trait extérieur.

Tu obtiens le motif du PE

- Mets en indice du motif (à droite) la lettre n.

Tu obtiens la formule du polyéthylène.

n est l'indice de polymérisation.

L'équation de synthèse s'écrit  $n\text{CH}_2=\text{CH}_2 \longrightarrow \left[ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \right]_n$

#### 2-2 Déterminer le polychlorure de vinyle (PVC)

##### Activité 2 : Détermination du PVC

Le PVC est un polymère de polyaddition utilisé dans des domaines aussi variés que l'électricité (Isolants), la construction automobiles (tableau de bord) ; le BTP (peinture). Il est obtenu par polymérisation du chlorure de vinyle  $CH_2 = CHCl$

**Consigne :**

- En appliquant les consignes (1) et (2) de l'activité 1.
- Trouve : Le motif, la formule du PVC
- Ecris l'équation de la réaction de synthèse du PVC.

**Activité 3: Détermination du polystyrène (PS), du poly acrylonitrile (Pan).**

Sachant que le monomère du PS est  $C_6H_5 - CH = CH_2$  et celui du Pan est  $CH(CN) = CH_2$   
Trouve le motif et la formule des polymères de ces monomères.

**2-2 Déterminer les polymères de polycondensation**

**Activité 4 : Détermination du nylon 6,6.**

Le nylon 6,6 est un polymère de polycondensation obtenu par polymérisation entre

(A)  $NH_2 - (CH_2)_6 - NH_2$  et (B)  $HOOC - (CH_2)_4 - COOH$

Consigne :

1. Ecris la réaction de condensation entre (A) et (B) en éliminant une molécule d'eau entre un  $-NH_2$  de A et un  $-COOH$  de B.  
Tu obtiens le monomère du nylon 6,6.
2. Enlève un OH et H de part et d'autre du monomère.  
Tu obtiens le motif de la même façon que dans l'activité 1.  
Mets en indice du motif la lettre  $n$ . Tu obtiens la formule du polymère.  
Ecris l'équation de la synthèse du nylon 6,6.

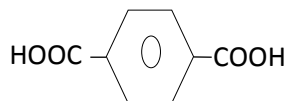
**Activité 5 : Détermination du nylon 6.**

Le nylon 6 a pour formule  $\left[ NH-(CH_2)_5-CO \right]_n$

Retrouve son monomère, son polymère et écris l'équation de synthèse de ce polymère.

**Activité 6 : Détermination du tergal**

Le tergal est un polymère de polycondensation obtenu par polymérisation entre le glycol (A) et l'acide para phtalique (B).



Il est utilisé dans l'industrie textile.

**Consigne :**

1. Ecris la réaction de condensation entre A et B.
2. Trouve le monomère du tergal.  
En déduis son motif et sa formule
3. Ecris l'équation de la réaction de synthèse du tergal.

## Cinétique Chimique

**Situation problème :**

Au cours de leur visite dans un laboratoire de chimie, Zoumana et Oumar ont constaté que toutes les réactions ne se produisent pas de la même manière. Le laborantin leurs a dit que l'on peut suivre l'évolution de certaines d'entre elles.

Les deux élèves se demandent comment calculer les vitesses de formation et de disparition des corps. Ils veulent comprendre et s'appropriier les facteurs qui influent sur l'évolution des réactions au cours du temps.

**1- Ce qu'il faut savoir :**

**A l'aide des supports disponibles définis :**



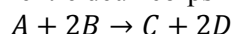
- ❖ Une réaction chimique
- ❖ Une réaction rapide
- ❖ Une réaction lente
- ❖ Une réaction totale
- ❖ Une réaction limitée
- ❖ La cinétique chimique
- ❖ La vitesse d'apparition d'un corps entre deux dates  $t_1$  et  $t_2$ .
- ❖ La vitesse d'apparition d'un corps à une date  $t$
- ❖ La vitesse de disparition d'un corps entre deux dates  $t_1$  et  $t_2$
- ❖ La vitesse de disparition d'un corps à une date  $t$
- ❖ Un facteur cinétique
- ❖ La vitesse globale d'une réaction chimique
- ❖ Une réaction d'ordre 1
- ❖ Une réaction d'ordre 2
- ❖ Mécanisme réactionnel
- ❖ Une réaction en chaîne
- ❖ Un centre actif
- ❖ Une réaction photochimique
- ❖ Un facteur de limite

## 2- Ce qu'il faut savoir faire

### 2-1 Déterminer les vitesses d'apparition et de disparition des corps

#### Activité 1 : Détermination des vitesses moyennes et instantanées d'apparition et de disparition d'un corps

On considère l'équation de la réaction entre deux corps A et B.



Des mesures ont donné les concentrations volumiques de C formé comme l'indique le tableau suivant :

t(min)	0	2	4	6	8	10	12	15	18	22
[C](mol/L)	0	2,4	4,2	5,7	6,8	7,6	8,1	8,6	9,1	9,5

Les concentrations initiales des réactifs sont :  $[B]_0=20 \text{ mol/L}=2[A]_0$

#### Consigne :

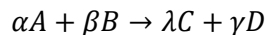
1.
  - 1.1 Trace sur un papier millimétré, le graphe  $[C]=f(t)$  ;
  - 1.2 Sachant que  $[A]_t=10-[C]_t$ , calcule à chaque instant  $[A]_t$
  - 1.3 Trace le graphe  $[A]=f(t)$ .  
Echelles :  $1\text{cm} \rightarrow 2\text{mn}$   
 $1\text{cm} \rightarrow \text{mol/L}$
2.
  - 2.1 La vitesse moyenne de formation de C entre deux dates  $t_1$  et  $t_2$  est donnée par la relation  $(t_1, t_2) = \frac{[C]_{t_2}-[C]_{t_1}}{t_2-t_1}$ . Calcule la vitesse moyenne de formation de C entre  $t_1$  et  $t_2$  dans chacun des cas suivants :
    - 2.1.1  $t_1=0 \text{ min}$  et  $t_2=4 \text{ min}$
    - 2.1.2  $t_1=2 \text{ min}$  et  $t_2=4 \text{ min}$
    - 2.1.3  $t_1=4 \text{ min}$  et  $t_2=8 \text{ min}$
    - 2.1.4  $t_1=8 \text{ min}$  et  $t_2=15 \text{ min}$
 Précise l'unité de la vitesse moyenne de formation de C.
  - 2.2 La vitesse de formation de C à un instant  $t_1$  est définie :  $v(t_1) = \left(\frac{d[C]}{dt}\right)_{t_1}$  ou  $v = \tan \alpha$ 
    - 2.2.1 Trace la tangente à la courbe au point d'abscisse  $t_1=8\text{mn}$ .
    - 2.2.2 Avec l'aide du professeur trouve le coefficient directeur de la tangente à la courbe au point d'abscisse  $t_1=8\text{min}$

- 2.2.3 Détermine la vitesse d'apparition entre 6min et 10 min. Compare cette vitesse à la vitesse d'apparition de C à  $t_1=8\text{min}$ . Conclue.
3. Vitesse de disparition de A
- 3.1 Vitesse moyenne de disparition de A :  
 La vitesse moyenne de disparition de A entre deux dates  $t_1$  et  $t_2$  est donnée par la relation  $v_A(t_1, t_2) = -\frac{[A]_{t_2} - [A]_{t_1}}{t_2 - t_1}$  Calcule la vitesse moyenne de disparition de A entre  $t_1$  et  $t_2$  dans chacun des cas suivants :
- 3.1.1  $t_1=0$  min et  $t_2=4$  min  
 3.1.2  $t_1=2$  min et  $t_2=4$  min  
 3.1.3  $t_1=4$  min et  $t_2=8$  min  
 3.1.4  $t_1=8$  min et  $t_2=15$  min  
 Compare ces vitesses à celles de C.
- 3.2 Vitesse de disparition de A à un instant  $t_1$ . Cette vitesse est définie par :  
 $v(t_1) = \left(-\frac{d[A]}{dt}\right)_{t_1}$  ou  $v = -\tan \alpha$
- 3.2.1 Trace la tangente à la courbe de disparition de A au point d'abscisse  $t_1=8\text{min}$ .  
 3.2.2 Trouve le coefficient directeur de la tangente à la courbe au point d'abscisse  $t_1$ . Tu obtiens la vitesse de disparition de A au point d'abscisse  $t_1=8\text{min}$ .  
 3.2.3 Détermine la vitesse moyenne de disparition de A entre 6 min et 10 min. Compare cette vitesse à la vitesse à la vitesse de disparition de A à  $t_1=8\text{min}$ . Conclue.

## 2-2 Déterminer la vitesse globale d'une réaction chimique et s'appropriier des facteurs cinétiques

### Activité 2 : vitesse globale d'une réaction chimique

La vitesse d'une réaction est l'évolution de cette réaction au cours du temps (en mol/L). Soit l'équation de la réaction entre A et B.



**Consigne :** En te servant de ton support (ou avec l'aide du professeur), donne l'expression :

- De la vitesse globale de cette réaction ; précise la vitesse par rapport à A, la vitesse par rapport à B.
- De la vitesse de cette réaction selon Vant'Hoff. Précise le sens de k

### Activité 3 : Les facteurs cinétiques

**Consigne :**

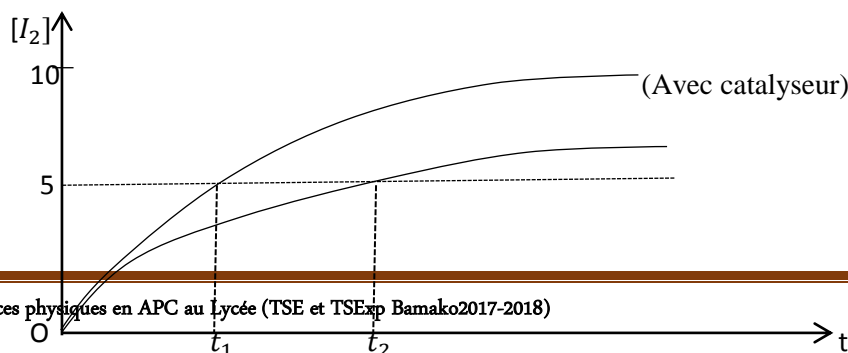
- En te servant de ton support (ou de ce qu'il faut savoir) définis un facteur cinétique.
- En te servant de l'expression de la vitesse de Vant'Hoff  $v = kC$  ou  $v = kC^2$   
 Montre que la température et la concentration sont des facteurs cinétiques.  
 Indique à l'aide d'exemples l'influence de chacun de ces facteurs.
- Influence d'un catalyseur

On mélange à  $t=0$  ; 20 mol de KI et 10 mol de  $K_2S_2O_8$  dans un litre d'eau.

On recommence l'expérience avec les mêmes quantités de matière de I<sup>-</sup> et  $S_2O_8^{2-}$  en prenant soin d'ajouter quelques gouttes de sulfate de fer II.

L'équation de la réaction est  $S_2O_8^{2-} + 2I^- \rightarrow 2SO_4^{2-} + I_2$ .

On obtient les courbes de  $[I_2]=f(t)$ .

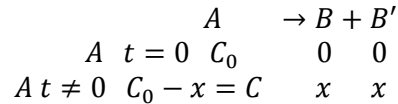


- 3.1 Trouve le temps de demi-réaction pour chaque expérience.
- 3.2 Compare les deux temps
- 3.3 Conclus.

2-3 S'approprier la cinétique des réactions d'ordre 1 et d'ordre 2

**Activité 4 : Réaction d'ordre 1**

On considère la réaction d'ordre 1 suivante :



La vitesse de cette réaction est :

- d'une part  $v = -\frac{d[A]}{dt}$
- d'autre part  $v = k[A]$

**Consigne :**

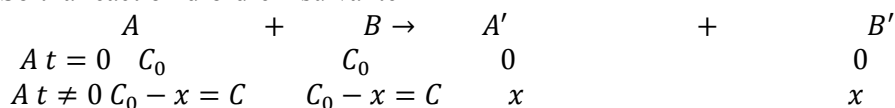
1. Loi de variation de la concentration
  - 1.1 Egalise les deux expressions donnant v
  - 1.2 Trouve l'expression  $-\frac{d[A]}{dt}$  en fonction de k et dt.
  - 1.3 Par intégration, montre que  $\ln \frac{C_0}{C} = kt$
  - 1.4 Trouve l'expression de la concentration restante C de A à chaque instant. La relation obtenue est la loi de variation de C ou la loi de transformation de A.
2. Le temps de demi réaction.
 

Dans l'expression de  $\ln(\frac{C_0}{C})$  ; remplace C par  $\frac{C_0}{2}$ . Trouve l'expression de t correspondant ; la valeur trouvée du temps est le temps de demi-réaction pour une réaction d'ordre 1. Conclus.
3. Loi de variation de la pression
 

En remplaçant les concentrations par P<sub>0</sub> et P, établis l'expression  $P = P_0 e^{-kt}$ . Montre que t<sub>1/2</sub> ne dépend pas de P<sub>0</sub>.

**Activité 7 : Réaction d'ordre 2**

Soit la réaction d'ordre 2 suivante



**Consigne :**

Loi de variation de la concentration

1. La vitesse de la réaction précédente est :
  - d'une part  $v = -\frac{d[A]}{dt}$
  - d'autre part  $-v = k[A][B]$
  - 1.1 Egalise les deux expressions de v
  - 1.2 Trouve  $-\frac{d[A]}{dt}$
  - 1.3 Par intégration montre que  $\frac{1}{C} - \frac{1}{C_0} = kt$
2. Temps de demi-réaction
 

De la loi de transformation montre que  $t_{1/2} = \frac{1}{kC_0}$
3. Etablis la loi de variation de la pression P.
4. Trouve l'expression de t<sub>1/2</sub> en fonction de P<sub>0</sub> et k. Conclus

2-3 Déterminer les caractéristiques de l'estérification et de l'hydrolyse

**Activité 8 : Expérience permettant de caractériser l'estérification**

Tu disposes de plusieurs tubes scellés contenant chacun un mélange équimolaire à froid d'acide éthanóique et d'éthanol.

**Consigne :**

1. Avec l'aide du professeur (ou des supports disponibles) décris une expérience permettant de suivre l'évolution de la réaction d'estérification
2. Ecris l'équation de la réaction
3. Donne les caractéristiques de la réaction
4. Cites les facteurs cinétiques et les facteurs limites de cette réaction

**Activité 9 : Caractérisation l'hydrolyse d'un ester**

Tu disposes de plusieurs tubes contenant chacun un mélange équimolaires d'acétate d'éthyle (ou éthanoate d'éthyle) et d'eau à froid.

**Consigne :**

1. Avec l'aide du professeur décris une expérience permettant de suivre l'évolution de la réaction d'hydrolyse de l'acétate d'éthyle.
2. Ecris l'équation de la réaction
3. Donne ses caractéristiques
4. Cite ses facteurs cinétiques et ses facteurs limite.
5. Trace le graphe  $n_E=f(t)$

2-4 S'approprier la catalyse et les types de catalyses

**Activité 9 :**

**Consigne :**

A l'aide des supports disponibles

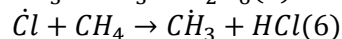
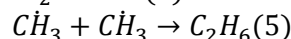
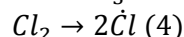
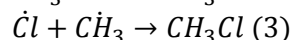
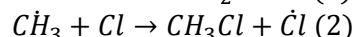
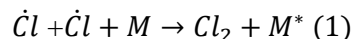
1. Définis la catalyse
2. Donne les deux types de catalyse
  - Définis-les
  - donne deux exemples dans chaque cas.
3. Donne les propriétés communes des catalyseurs
4. Donne les caractères distinctifs des catalyseurs.

2-5 S'approprier le mécanisme d'une réaction chimique

**Activité 9 : Mécanisme réactionnel**

On considère la réaction de mono chloration du méthane d'équation  $CH_3 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$

Le mécanisme de cette réaction est ici représenté dans un ordre quelconque.



**Consigne :**

1. Les lettres marquées d'un point sont appelées centres actifs. Identifie les centres actifs dans le mécanisme précédent.
2. Ces centres actifs ont une grande réactivité chimique. Trouve une explication de cette activité (Demande l'avis du professeur)
3. Une réaction simple se fait à un seul acte élémentaire. Donne la différence entre une réaction simple et réaction complexe.
4. L'étape(4) est photochimique. Explique le rôle de la lumière dans cette étape.
5. Cites et explique les différentes étapes d'une réaction en chaîne.
6. Pour quoi l'initiation commence par  $Br_2$  ?  
On donne  $E_0(Cl_2)=242Kj/mol$  et  $E_0(CH_4)=318kj/mol$ .
7. Donne l'ordre logique du mécanisme de la réaction.

8. L'énergie contenue dans une radiation de longueur d'onde  $\lambda$  est  $E = \frac{hc}{\lambda}$  ;  
Une radiation de longueur d'onde  $\lambda$  est capable de rompre la liaison  $Cl - Cl$  si et seulement si  $E \geq \frac{E_0}{N}$ . En déduis la longueur d'onde maximale de la radiation capable d'initier la monochloration du méthane.
9. Détailles les différentes phases de :
- 9.1 La mono iodation du méthane
  - 9.2 La mono chloration de l'éthane
  - 9.3 La mono iodation du benzène

---

## Equilibres Chimiques

---

**Situation problème :** Au cours d'un exposé le professeur de chimie de Mariam et Madou a parlé de réactions limitées et d'équilibres chimiques. S'intéressants à ses réactions les élèves veulent s'approprier toutes les notions liées aux équilibres chimiques et surtout leurs facteurs qualitatifs et quantitatifs.

- 1- **Ce qu'il faut savoir :**  
A l'aide des supports disponibles définis :
- ❖ Une phase
  - ❖ L'équilibre chimique
  - ❖ L'équilibre homogène
  - ❖ L'équilibre hétérogène
  - ❖ Un facteur d'équilibre
  - ❖ La variance d'un système à l'équilibre
- 2- **Ce qu'il faut savoir faire :**

## 2-1 Calculer la variance d'un système à l'équilibre :

### Activité 1 : Calcul de la variance d'un système

La variance d'un système est donnée par la formule  $V=C+k-\phi$

$C=n-1$  : nombre de constituants indépendants,

$n$  nombre total de constituants,  $k$  est le nombre qui tient compte de la contribution de la température et de la pression.  $\phi$  est le nombre de phases.

Consigne :

Trouve  $C$ ,  $k$  et  $\phi$  puis calcule la variance de chacun des systèmes suivants à l'équilibre.

- $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$
- $3Fe + H_2O \rightleftharpoons 4H_2 + Fe_3O_4$
- $2HI \rightleftharpoons H_2 + I_2$
- $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$
- $CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$
- $NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3H_2$
- $CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2$
- $SO_3 \rightleftharpoons SO_2 + \frac{1}{2}O_2$

## 2-2 Enoncer les lois qualitatives ou lois de déplacement des équilibres chimiques

### Activité 2:Influence de la température

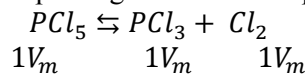
Soit l'équation de la réaction suivante à l'équilibre:  $A \rightleftharpoons B + C + (Chaleur)$

Consigne :

- Dis :
  - la décomposition de A (sens1) est –elle exothermique ou endothermique ?
  - La réaction de B sur C est- elle endothermique ou exothermique ?
- Précise la réaction (1) ou (2) est favorisée par :
  - Une élévation de température du milieu réactionnel
  - Un abaissement de température du milieu réactionnel. Conclue
- Enonce la loi de Vant'Hoff qui traduit l'influence de la température sur un équilibre chimique

### Activité3 : Influence de la pression : Loi de Le Chatelier

On considère l'équilibre suivant en phase gazeuse et à température constante.



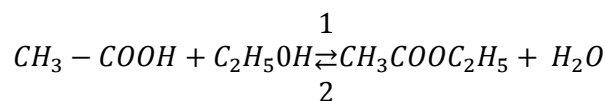
Chaque mole de gaz occupe un volume  $V_m$ . Une augmentation de pression correspond à une diminution de volume.

Consigne :

- Donne le nombre de moles gazeuses à gauche et à droite
- Précise la réaction favorisée :
  - Par une augmentation de pression
  - Par une diminution de pression
 Conclue.
- Enonce la loi de Le Chatelier

### Activité 4 : Influence de la concentration : Loi de modération

Considérons l'équation de la réaction suivante à l'équilibre à température constante.



Consigne :

- Dis ce qui se passe
  - Lorsqu'on augmente la concentration de l'acide
  - Lorsqu'on diminue la concentration de l'acide

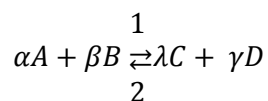
1.3 Lorsqu'on élimine  $H_2O$ . Conclue.

2. Énonce la loi de modération

### 2-3 Énoncer les lois quantitatives des équilibres chimiques.

#### 2-3-1 Énoncer les lois quantitatives pour un système homogène

Soit l'équilibre suivant en phase gazeuse



#### Activité 5 : Énoncé des concentrations

Consigne :

1.

1.1 Écris l'expression de la vitesse  $v_1$  dans le sens 1 en fonction des concentrations.

1.2 Trouve l'expression de  $k_1$  en fonction des concentrations.

2.

2.1 Écris l'expression de  $v_2$  en fonction des concentrations.

2.2 Trouve l'expression de  $k_2$

2.3 Sachant que  $K_c = k_1/k_2$ . Trouve l'expression de  $K_c$ .

2.4 Énonce la loi quantitative relative aux concentrations

#### Activité 6 : Énoncé des pressions partielles

Consigne :

1.

1.1 Écris l'expression de la vitesse  $v_1$  dans le sens 1 en fonction des pressions partielles des réactifs A et B.

1.2 Trouve l'expression de  $k_1$  en fonction des pressions.

2.

2.1 Écris l'expression de  $v_2$  dans le sens 2.

2.2 Trouve l'expression de  $k_2$  en fonction des pressions.

2.3 Fais le rapport  $\frac{k_1}{k_2}$ , tu trouves la relation  $K_c = K_p \cdot (RT)^x$

$K_p$  Est la constante relative aux pressions.

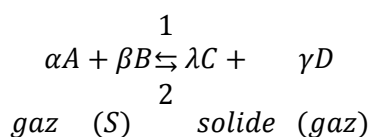
2.4 Écris l'expression de  $K_p$

2.5 Donne la relation entre  $K_c$  et  $K_p$

2.6 Énonce la loi relative aux pressions partielles

#### 2-3-2 Énoncer les lois pour un système hétérogène

Soit l'équilibre hétérogène



Consigne :

1. Écris les expressions de  $K_c$  et  $K_p$ . On ne considère que les phases gazeuses.

2. Énonce les lois quantitatives pour un système hétérogène (demande l'avis du professeur)

---

## Solutions aqueuses

---

**Situation problème :**

Lors d'une visite dans une unité industrielle, les élèves ont posé plusieurs questions à un ingénieur chimiste sur les solutions aqueuses.

De retour à l'école, les élèves veulent s'appropriés les notions de solvant, de soluté de PH d'une solution.

Ils veulent comprendre les différences entre les solutions acides, basiques et neutres.

**1- Ce qu'il faut savoir****A l'aide des supports disponibles définis :**

- ❖ Une solution aqueuse
- ❖ Un solvant
- ❖ Un soluté
- ❖ La concentration molaire
- ❖ La masse volumique d'une solution
- ❖ La densité d'une solution par rapport à l'eau
- ❖ La dilution
- ❖ Le P<sup>H</sup> d'une solution
- ❖ Une solution acide



- ❖ Une solution basique
- ❖ Une solution neutre
- ❖ L'autoprotolyse de l'eau
- ❖ Le produit ionique de l'eau
- ❖ L'inventaire d'une solution
- ❖ Un acide fort
- ❖ Une base forte

## 2- Ce qu'il faut savoir faire

### 2-1 Déterminer le P<sup>H</sup> d'une solution aqueuse

#### Activité 1 : Calcul de P<sup>H</sup> d'une solution aqueuse

On considère le tableau suivant

Solutions	A	B	C	D	E	F
[H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ](mol/L)	1,5.10 <sup>-5</sup>			9,9.10 <sup>-8</sup>		
[OH <sup>-</sup> ]		2,1.10 <sup>-4,5</sup>				1,5.10 <sup>-11</sup>
P <sup>H</sup>			5,2		13	
Nature						

**Consigne :** Les solutions sont à 25°C, P<sup>Ke</sup>=14.

1.

1.1 Ecris la formule donnant le P<sup>H</sup> d'une solution

1.2 En déduis la formule donnant la concentration de H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>

1.3 Ecris l'expression de Ke

1.4 En déduis la relation entre [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] et [OH<sup>-</sup>]

2. Complète le tableau ci-dessus en utilisant les formules de la consigne 1

3. Classe par ordre d'acidité croissante les solutions A ;B ;C ;D ;E et F.

#### Activité 2 : calcul du produit ionique de l'eau à différentes températures

Des mesures effectuées à différentes températures ont permis de déterminer le P<sup>ke</sup> de l'eau. Ces mesures ont pour but de déterminer le produit ionique de l'eau à ces températures.

Température (°C)	15	20	25	30	35	40	80
P <sup>Ke</sup>	14,3	14,2	14	13,8	13,7	13,5	12,6
Ke(mol/L) <sup>2</sup>							
P <sup>H</sup>							

**Consigne :**

1. Ecris la formule permettant de calculer le produit ionique de l'eau.
2. Sachant que  $P^{Ke} = -\log Ke$ , trouve Ke aux différentes températures.
3. En déduis le P<sup>H</sup> de l'eau à ces températures
4. A ces températures, dis si l'eau est neutre, acide ou basique. Conclue
5. Trace le graphe  $P^H = f(t)$  t en °C.  
En déduis la température à laquelle le P<sup>H</sup> de l'eau est 6,6.

### 2-2 Faire l'inventaire des espèces dans les solutions d'acides forts et de base fortes.

#### Activité 3 : Bilan des espèces dans une solution d'acide fort.

On fait dissoudre 448mL de HCl dans 250 mL d'eau selon une réaction totale. Le P<sup>H</sup> de la solution est 1,1.

**Consigne :**

1. Ecris l'équation de la réaction de dissolution de HCl dans l'eau.
2. Fais le bilan des espèces en solutions
3. Calcule la concentration de la solution  $C_a = \frac{n_0(\text{HCl})}{V}$
4. En considérant les relations stœchiométriques, montre que  $C_a = [\text{H}_3\text{O}^+]$ .
5. Calcule  $P^{\text{H}} = -\log C_a$  compare  $P^{\text{H}}$  à  $P^{\text{H}}=1,1$
6. En déduis que l'acide chlorhydrique est un acide fort
7. En appliquant la relation d'électro neutralité, montre que  $[\text{Cl}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$ .

**Activité 4 : Inventaire dans une solution de base forte**

On fait dissoudre  $9.10^{-2}g$  de soude dans 500mL d'eau. La réaction est totale ; la soude est un composé ionique.

**Consigne :**

1. Ecris l'équation de la réaction de dissolution de la soude.
2. Fais l'inventaire des espèces en solution.
3. Calcule la concentration de la solution
4. En utilisant l'expression de  $K_e$  et l'électro neutralité ; trouve les concentrations de toutes les espèces en solution.
5. Calcule le  $P^{\text{H}}$  de la solution  $P^{\text{H}} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$
6. Calcule  $P^{\text{H}} = C_b + \log 14$  . Compare  $P^{\text{H}}$  à  $P^{\text{H}}$  . Conclus.
7. Montre que NaOH est une base forte.

**Activité 5 : Mélange de solutions d'acide fort et base forte**

On mélange  $V_a=60\text{cm}^3$  d'acide chlorhydrique de concentration  $C_a=2.10^{-2} \text{ mol/L}$  et  $V_b=40 \text{ mL}$  de soude de concentration  $C_b=1,510^{-2} \text{ mol/L}$ .

1. Ecris l'équation de dissolution :
  - 1.1 de HCl
  - 1.2 de NaOH
2. En déduis l'équation de la réaction qui se passe lorsqu'on mélange les deux solutions, sachant que  $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
3. Calcule :
  - 3.1 Le nombre de mole initiale de  $\text{H}_3\text{O}^+$
  - 3.2 Le nombre de mole initiale de  $\text{OH}^-$
4.
  - 4.1 Dis de  $\text{H}_3\text{O}^+$  et  $\text{OH}^-$ , l'espèce qui demeure en excès.
  - 4.2 En déduis la nature de la solution finale
  - 4.3 Calcule son  $P^{\text{H}}$  . Conclus.

---

**Couples acide-base**

---

**Situation problème :**

Au cours d'un exposé sur la chimie organique, le conférencier a parlé des acides carboxyliques comme "acides faibles" et de leurs bases conjuguées ; des amines comme des "bases faibles" et de leurs acides conjugués. Il a aussi parlé de couples acide-base, de constante d'acidité et d'indicateurs colorés. Confus par les propos du conférencier, Sidki et Maïmouna ont décidé de s'approprier les couples acide-base. Ils ont posé plusieurs questions à leur professeur de chimie.

**1- Ce qu'il faut savoir :**

**A l'aide des supports disponibles définis :**

- ❖ Un acide faible
- ❖ La base conjuguée d'un acide faible
- ❖ Une base faible
- ❖ L'acide conjugué d'une base faible

- ❖ Un couple acide-base
- ❖ La constante d'acidité d'un couple acide-base
- ❖ Un indicateur coloré
- ❖ La zone de virage d'un indicateur coloré

2- Ce qu'il faut savoir faire :

2-1 Donner des exemples d'acides faibles et de bases faibles

Activité 1 : Exemples d'acides et de bases faibles

On donne les composés suivants :

- (A) Acide éthanoïque
- (B) Acide méthanoïque
- (C) Acide benzoïque
- (D) Acide Propanoïque
- (E) Ethanamine
- (F) Méthanamine
- (G) Phénylamine
- (H) Ammoniac
- (I) Cation

Consigne :

1. Identifie les composés acides et les composés basiques, complète le tableau suivant :

Composés acides	Composés basiques

2. Ecris l'équation de la réaction de l'eau sur chacun des composés
3. Trouve les couples acide/base correspondants.
4. Ecris l'expression de  $K_a$  pour chaque couple, sachant que  $K_a = \frac{[H_3O^+] \times [A^-]}{[AH]}$

2-2 Classer les acides faibles et les bases faibles

Classement des couples acide/base

On donne les couples acide/base suivants et leur  $P^{K_a}$

Couples	$pK_a$
$HCOOH/HCOO^-$	3,8
$CH_3 - COOH/CH_3COO^-$	4,8
$CH_2ClCOOH/CH_2ClCOO^-$	2,90
$C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$	4,2
$CH_3 - CH_2 - COOH/CH_3 - CH_2COO^-$	5,8
$NH_4^+/NH_3$	9,2
$CH_3 - NH_3^+/CH_3 - NH_2$	10,7

Consigne :

1. Identifie les couples : acides faibles/bases conjuguées et les couples acides conjugués/ bases faibles.
2. Un acide est d'autant plus fort que le  $P^{K_a}$  de son couple est petit et une base est d'autant plus forte que le  $P^{K_a}$  de son couple est grand.
  - 2.1 Classe les acides faibles par ordre d'acidité croissante.
  - 2.2 Classe les bases faibles par ordre de basicité croissante

2.3 Précise l'influence de la présence de Cl dans la molécule d'un acide faible en te basant sur les  $P^{Ka}$   $CH_3 - COOH$  et  $CH_2ClCOOH$ . Conclue.

2.4 Compare la force d'une amine à celle de l'ammoniac

### 2-3 Déterminer les zones de prépondérance acido-basique

#### Activité 3: Les zones de prédominance acide et basique

On donne les couples acide/base suivants  $H-COOH/HCOO^-$  ;  $CH_3-COOH/CH_3-COO^-$  ;  $NH_4^+/NH_3$ .

#### Consigne :

1. Pour le couple  $AH/A^-$ 
  - 1.1 Ecris l'expression de  $K_a$
  - 1.2 En déduis l'expression de  $P^{Ka}$
  - 1.3 Trouve la relation entre  $P^{Ka}$  et  $P^H$ .
  - 1.4 Trace (avec l'aide du professeur) le diagramme des  $P^H$  en précisant les zones
    - De prédominance acide
    - De prédominance basique
    - Tampon
2. Trouve l'espèce majoritaire
  - 2.1  $HCOOH$  ou  $HCOO^-$  à  $P^H=3$  ( $P^{Ka}=3,8$ )
  - 2.2  $CH_3-COOH$  ou  $CH_3-COO^-$  à  $P^H=5$  ( $P^{Ka}=4,8$ )
  - 2.3 Cation, Amphion ou anion
    - à  $P^H=2$
    - à  $P^H=6$
    - à  $P^H=12$

$PK(\text{cation}/\text{Amphion})=3,2$

$PK(\text{Amphion}/\text{anion})=9,2$ .

3. Pour un indicateur coloré trace un diagramme en indiquant la zone de virage ( zone entre  $P^{Ki-1}$  et  $P^{Ki+1}$ ).

### 2-4 Inventorier les espèces chimiques dans une solution d'acide faible, dans une solution de base faible.

#### Activité4 : Solution d'un acide faible.

On considère un acide faible  $AH$  de  $P^H$  connu.

#### Consigne :

1. Ecris l'équation de la réaction de l'eau sur  $AH$ .
2. Fais l'inventaire des espèces en solution
3.
  - 3.1 En utilisant la définition de  $P^H$ , exprime la concentration des ions  $H_3O^+$
  - 3.2 En utilisant la définition de  $K_e$ , trouve la concentration de  $OH^-$ .
  - 3.3 Utilise l'électro neutralité pour calculer  $[A^-]$
  - 3.4 La conservation de la matière s'écrit  $[AH]_0=[AH]_r + [A^-]$  trouve la concentration restante  $[AH]_r$  de  $AH$ .
4. Applique les consignes de 3 pour calculer les concentrations de toutes les espèces dans la solution de  $CH_3COOH$  de concentration  $0,1\text{mol/L}$  à  $P^H=2,9$

#### Activité 5 : Solution d'une base faible de PH connu.

On considère une base faible  $B$ .

#### Consigne :

1. Ecris l'équation de la réaction de l'eau sur  $B$  sachant que  $B$  se transforme en  $BH^+$ .
2. Fais l'inventaire des espèces en solution
3.
  - 3.1 En utilisant la définition du  $P^H$ , calcule la concentration de  $H_3O^+$ .
  - 3.2 En utilisant la définition de  $K_e$ , trouve la concentration de  $OH^-$ .
  - 3.3 Utilise l'équation de l'électro neutralité pour calculer la concentration de  $BH^+$ .
  - 3.4 Utilise la conservation de la matière :  $[B]_0=[BH^+] + [B]_r$  pour déterminer la concentration restante de  $B$ .

4. Applique les consignes de 3. Pour calculer les concentrations de toutes les espèces dans la solution d'ammoniac  $10^{-1}\text{mol/L}$  à  $\text{P}^{\text{H}}=11,1$ .

---

### Réactions acido-basiques

---

**Situation problème :**

Au cours d'une séance de TP des élèves de STI doivent réaliser des dosages de produits chimiques.

Le laborantin a mis à leur disposition plusieurs matériels : béchers,  $\text{P}^{\text{H}}$  mètres, indicateurs colorés, solution acides, solutions basiques, burettes.....

Très confus les élèves se sont mis à chercher dans les documents les sens et importances de chaque matériel.

Ils veulent vraiment s'approprier les techniques de dosages acido-basiques.

### 1- Ce qu'il faut savoir :

#### A l'aide des supports disponibles définis :

- ❖ Une réaction acido-basique
- ❖ Le dosage
- ❖ Un indicateur coloré convenable
- ❖ La courbe de dosage
- ❖ Le point d'équivalence
- ❖ Le point de demi-équivalence
- ❖ Une solution tampon

### 2- Ce qu'il faut savoir faire

#### 2-1 Ecrire l'équation des réactions acido-basiques

##### Activité1 :

Tu disposes de plusieurs solutions

- (A) Solution de soude ( $\text{Na}^+ + \text{OH}^-$ )
- (B) Solution de chlorure d'hydrogène ( $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ )
- (C) Solution d'acide faible (AH)
- (D) Solution de base faible (B)

##### Consigne :

1. Réaction d'un acide fort avec une base forte.
  - 1.1 Ecris l'équation de la réaction entre les solutions de soude et de chlorure d'hydrogène
  - 1.2 Montre que cette équation peut s'écrire
$$\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$$
2. Réaction entre une base forte et un acide faible
  - 2.1 Ecris l'équation de la réaction d'une base forte ( $\text{Na}^+ + \text{OH}^-$ ) sur un acide faible AH.
  - 2.2 Montre que cette équation peut s'écrire  $\text{AH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{A}^- + \text{H}_2\text{O}$
3. Réaction d'un acide fort sur une base faible
  - 3.1 Ecris l'équation de la réaction de l'acide chlorhydrique ( $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ ) sur une base faible B.
  - 3.2 Montre que cette équation peut s'écrire  $\text{B} + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{BH}^+ + \text{H}_2\text{O}$

#### 2-2 Tracer les allures des courbes de dosages

##### Activité 2 : Courbes de dosages

Avec l'aide du professeur ou à partir d'un tableau de dosage ; trace :

1. La courbe de dosage d'un acide fort par une base forte.
  2. La courbe de dosage d'une base forte par un acide fort.
  3. La courbe de dosage d'un acide faible par une base forte.
  4. La courbe de dosage d'une base faible par un acide fort.
- Place sur les courbes (1) et (2) le point d'équivalence  
Sur les courbes (3) et (4) les points d'équivalence et de demi équivalence.

#### 2-3 Caractériser une solution tampon

##### Activité3 : Solution tampon

A l'aide des supports disponibles :

1. Donne quatre caractéristiques d'une solution tampon
2. Propose 3 méthodes de préparation d'une solution tampon.  
Exemple : Donne trois méthode de préparation d'une solution tampon de  $\text{CH}_3 - \text{COOH}$
3. Cite trois domaines d'usage des solutions tampon.