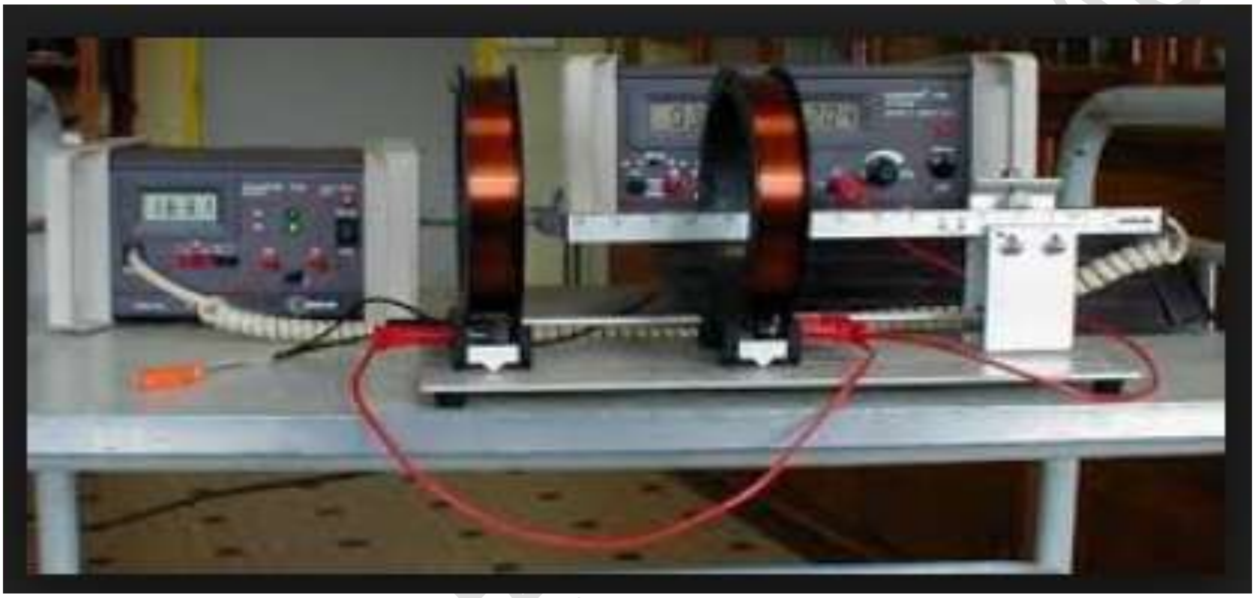
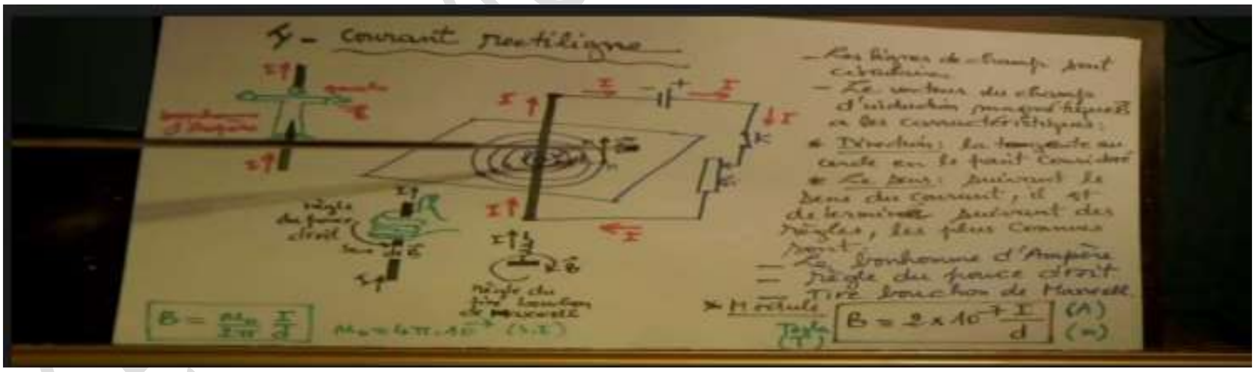
FASCICULE DE SCIENCES PHYSIQUES

TERMINALE S2





Dédié aux formateurs M. BOUBACAR MBOUP et Mme SENE au pôle régional de Kaolack

COLLECTION : ***"MBOUPSENE"***

MEMBRES DE LA CELLULE MIXTE N°1 DE SCIENCES PHYSIQUES-KAOLACK-2018/2019

N°	PRENOM	NOM	ETABLISSEMENT	TELEPHONE	E-MAIL
1	Alarba	KANDE	Inspecteur de sciences physiques	775313506	lirbilarba@gmail.com
2	Boubacar	MBOUP	Formateur au pôle régional	770300004	boumboup@yahoo.fr
3	MBAYE	SENE	LYCEE DE KAHONE	776123297	senembaye39@gmail.com
5	OMAR	NIASS	LYCEE NGANE SAER	774180450	omanias81@yahoo.fr
6	NABA	SECK	LYCEE VALDIODIO NDIAYE	779051932	secknaba@yahoo.fr
7	SAER	MBATHIE	LYCEE VADIODIO NDIAYE	776502567	saermbathielvnd@gmail.com
8	GANOUH	GUEYE	LYCEE VALDIODIO NDIAYE	777510814	gueyega13@yahoo.fr
9	AKHMADOU	SARR	LYCEE DE KAHONE	773285786	garakhmadou@gmail.com
10	ELHADJI IBRAHIMA	THIAM	LYCEE VADIODIO NDIAYE	776090814	Letb7@yahoo.fr
11	Pape Ibrahima	Gueye	LYCEE NGANE SAER	771568545	paibra84@yahoo.fr
12	THIERNO	NDIOGOU	LYCEE VALDIODIO NDIAYE	777016268	Momthernobirahim@yahoo.fr
13	BABACAR	LOUM	LYCEE HAMID KANE	778271852	loumbabs@gmail.com
14	SOULEYMANE	LY	LYCEE HAMID KANE	776181508	Sileymanely130180@gmail.com
15	SEGA	CISSOKHO	LYCEE HAMID KANE	772595784	Sega6ko@gmail.com
16	GUEDJI	MARONE	LYCEE NGANE SAER	775541495	maronesguedji@gmail.com
17	SERIGNE DARA	THIOUB	LYCEE IBRAHIMA DIOUF	775036471	sdarathioub@yahoo.com
18	ARONA	NDIAYE	L.V. N	776616741	ndiayerone@hotmail.fr
19	MAMADOU	DIOUF	LYCEE V. N	779302055	mamadou19diouf76@gmail.com
20	ABDOULAYE	POUYE	LYCEE IBRAHIMA DIOUF	772079095	apouye51@yahoo.com
21	Doyen Babou	Konaté	LYCEE V.N	770969236	baboukona59@gmail.com
22	Doyen Abdoulaye	DIAW	LYCEE V. N	778537192	diawabdoulaye172@gmail.com
23	Bachir	Thiam	LYCEE V.N	781568261	Bachirthiam37@gmail.com

Le coordonnateur

M. OMAR NIASS

PREFACE

PROGRESSION HARMONISEE POUR LA TERMINALE S EN SCIENCES PHYSIQUES

Le tableau ci-après donne un récapitulatif de l'horaire hebdomadaire / élève pour l'ensemble des séries.

CLASSE	**HORAIRE HEBDOMADAIRE / ELEVE(h)**						
	Cycle moyen	Cycle secondaire général			Cycle secondaire technique		
4ème	2	S1	S2	L2	S3	T1	T2
3ème	2						
2ème		5	5	2	5	6	6
1ère		5	5	2	5	4	4
Tle		6	6	2	6	3	3

PROGRAMME DE PHYSIQUE : TERMINALE S SCIENTIFIQUES (S1 S2) HORAIRE 6 h / élève

CHAPITRES		**HORAIRE**
NUMERO	**TITRE**	
	CINEMATIQUE - DYNAMIQUE	
P1	Cinématique du point.	5 + 1 =6
P2	Bases de la dynamique	4 + 1 = 5
P3	Applications des bases de la dynamique.	10
P4	Gravitation universelle	6
	ELECTROMAGNETISME.	
P5	Généralités sur les champs magnétiques - Champs magnétiques des courants.	6
P6	Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme	6
P7	Loi de Laplace	5
P8	Induction magnétique- Etude d'un dipôle (R, L)	6
P9	Etude du dipôle (R,C)	5
	OSCILLATIONS – OPTIQUE	
P10	Oscillations électriques libres et oscillations électriques forcées	9
P11	Oscillations mécaniques libres	4
P12	Interférences lumineuses	6
	PHENOMENES CORPUSCULAIRES	
P13	Effet photoélectrique : mise en évidence et interprétation	4
P14	Niveaux d'énergie de l'atome	4
P15	Réactions nucléaires	8
	Total	**90**

PROGRAMME DE CHIMIE :

CHAPITRES		**HORAIRE**
NUMERO	**TITRE**	
C1	Alcools	6
C2	Amines	4
C3	Acides carboxyliques et dérivés	5
C4	Cinétique chimique	5
C5	Autoprotolyse de l'eau - pH d'une solution aqueuse- Indicateurs colorés	6
C6	Acide fort- Base forte- Réaction entre acide fort et base forte ; Dosage.	7
C7	Acides et bases faibles. Couples acide-base. Constante d'acidité et classification des couples A/B	8
C8	Réaction acide faible/base forte (et vice versa), effet tampon. Dosage.	7
C9	Acides α aminés (éléments de stéréochimie)	5
	Total	**53**

PROGRESSION HARMONISEE: TERMINALES S1-S2*

*Nous avons, dans le cadre de cette progression harmonisée, préconisé un horaire hebdomadaire de 7h/élèves

Semaines	Physique	Chimie	Evaluation-TD
	Premier trimestre 15 octobre-23 décembre		
1ère semaine	P1 : la cinématique du point (6h+1h ajoutée vu la taille du P1) (2h cours)	C1 : alcool (6H) (5h cours) On a emprunté 1h cours C1 qu'on affecté en P1.	
2ème semaine	P1 : la cinématique du point (2h cours)	C2 : amines (4H-2h) (2h cours) : le taux horaire de 4h est surdimensionné	3h TD en P1 1h venant de c1 et 1h venant de p2
3ème semaine	P2 : Bases de la dynamique (5H) (4h cours). On emprunte 1h à P2 qu'on affecte à p1		3h TD c1c2 On a emprunté 2h à c2.
4ème semaine	P3 : application des bases de la dynamique (10H) (5h cours)		2h devoir p1c1c2
5ème semaine	P3 : (2h cours)		5h TD p2p3 (1h à retirer à c6 1h à p3)
6ème semaine	P4 : gravitation universelle (4H) (2h cours)	C3 : acides carboxyliques et dérivés (5H) (3h cours)	2h TD c3
7ème semaine	P4 : suite (2h)	C4 : Cinétique chimique (5h) (3h cours)	2h TD c4
8ème semaine	P5 : Généralités sur les champs magnétiques (6H) (4h cours)		2h devoir p2p3c3 1h TD p5
	Deuxième trimestre 3 janvier- 30 mars		
9ème semaine	P6 : Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme (6H) (4h cours)		2h TD p6 (à retirer à c5) 1h TD p5
10ème semaine	P7 : Loi de Laplace (5H) (3h cours)	C5 : Autoprotolyse de l'eau- PH d'une solution aqueuse-Indicateur coloré (6H) (4h cours)	
11ème Semaine	Composition premier semestre		p1 à p6 c1 à c4
12ème semaine	P8 : Induction magnétique (6H) (4h cours)	C6 : Acide fort base forte (7 H) (1h cours)	2h TD p7
13ème semaine		C6 : suite (3h cours)	2h TD p8 2h TD c6
1 4ème semaine	P9 : Etude du dipôle (R, C) 4H (2h cours) P10 : Oscillations électriques libres (2h)		2h TD p9 1h TD p10 (OEL)
15ème semaine	P11 : Oscillations mécaniques (4H) (2hcours)	C7 : acides et bases faibles-couples acide-base, constante d'acidité et classification des couples acide-base (8H)(3h	2h TD (OML)

		cours)	
16ème semaine	P10 : suite : Oscillations électriques libres et oscillation électriques forcées (9H) (3hcours)	C7 : suite (2h)	2h TD c7
17ème semaine	P10 : suite : 2h	C8 : Réaction acide faible/base forte effet tampon (7H) (3hcours)	2h TD p10 OEL (1h venant de c8)
18ème semaine	P12 : Interférences lumineuses (6H-3h car 6h est surdimensionné) (3h cours)		2h TD c8 2h devoir 3 p7p8p9 c5c6 (2h venant de p12)
19ème semaine	P13 : Effet photoélectrique (4H-2h car surdimensionné) 1h cours	C9 : acides α aminés (5H) (4h cours)	1h TD p12 1h TD p13
Troisième trimestre 12 Avril- 20 juin			
20ème semaine	P14 : Niveau d'énergie de l'atome (4H) (2h cours)		2h TD p14 1h TD c9 2h devoir 4 (2h venant de p13) p10p11c7c8
21ème semaine	P15 : Réaction nucléaire (8H) (5h cours)		2h TD p15
22ème semaine	Révision	Révision	
23ème semaine	Révision	Révision	
24èmesemaine	Composition deuxième semestre		

PHYSIQUE TS2

SERIE P1 : CINEMATIQUE D'UN POINT MATERIEL

Exercice 1 :

On donne les équations horaires d'un mouvement d'un point M sous la forme: $\begin{cases} x = 2\cos(t) + 2 \\ y = 2\sin(t) - 1 \end{cases}$

Déterminer l'équation de la trajectoire décrite par le point M.

Exercice 2 :

Dans un repère orthonormé $(O,\vec{\imath},\vec{\jmath})$ le vecteur position d'un mobile M est défini par:

$\overrightarrow{OM} = 10t\,\vec{\imath} + (-5t^2 + 10t)\vec{\jmath}$.

Les coordonnées sont en mètres et le temps en secondes.

1. Déterminer l'équation de la trajectoire. La représenter.
2. Donner l'expression du vecteur vitesse du mobile de M.
3. En déduire :

3.1 - La valeur de la vitesse à la date $t = 2s$.

3.2 - La valeur de la vitesse lorsque le mobile passe au sommet de sa trajectoire.

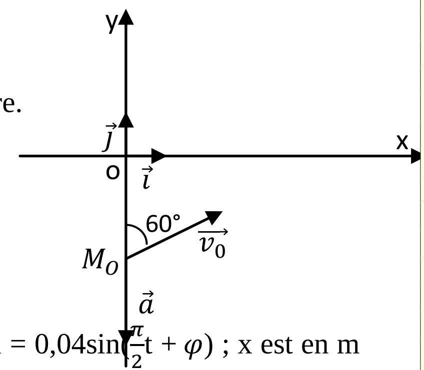
Exercice 3 :

Les équations paramétriques du mouvement d'un point matériel sont fixes : $\begin{Bmatrix} x = 2t \\ y = -5t^2 + 6t \\ z = 0 \end{Bmatrix}$

1. Donner l'équation cartésienne de la trajectoire.
2. Calculer pour t=2s, les coordonnées du vecteur position ; du vecteur vitesse et du vecteur accélération.
3. Déterminer le vecteur vitesse lorsque le point matériel passe par le sommet de la trajectoire puis lorsqu'il rencontre le plan y = 0.
4. Déterminer à la date t=2s ; les accélérations tangentielle et normale du point dans la base de FRENET. En déduire le rayon de courbure à cette date.

Exercice 4 :

Dans un espace muni d'un repère $(O,\vec{\imath},\vec{\jmath})$ un mobile (A) est animé d'un mouvement d'accélération constante de module $2m/s^2$.A l'instant initial t=0, il passe par la position M_0 telle que OM_0=2m avec un vecteur vitesse $\vec{v}$ de module 10m/s faisant un angle de $\alpha = 60°$ avec la verticale (voir figure).



1. Donner les coordonnées des vecteurs position, vitesse et accélération du mobile à l'instant initial.
2. Exprimer les vecteurs vitesse et position du mobile à tout instant.
3. Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire du mobile (A). Préciser sa nature.
4. A quelles dates le mobile (A) rencontre-il l'axe des abscisses ?
5. Un autre mobile (B) est lancé à la date t=0 à partir d'un point N_0 de coordonnées (39,5m ;-39m) avec une vitesse initiale $\overrightarrow{v_0} = 4\vec{\jmath}$. Quelle doit être son accélération pour que sa rencontre avec A se fasse au point d'abscisse 39,5m ?

Exercice 5 :

Un mobile est animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal d'équation horaire x = 0,04sin($\frac{\pi}{2}$t + φ) ; x est en m t en s.

1. Déterminer la période et l'amplitude du mouvement.
2. Quelle est la valeur de φ sachant que le mobile passe par l'origine des abscisses à la date t=0 en allant dans le sens négatif.
3. Ecrire l'équation horaire en vraies grandeurs.
4. Déterminer les paramètres dates de passage du mobile aux abscisses x= 4cm et x = -4cm.
5. Déterminer la position, la vitesse et l'accélération du mobile à la date t=0,5s ; en déduire alors la nature du mouvement à cette date.

Exercice 6 :

Sur une portion rectiligne A, B, C, D d'une voie ferrée où s'effectue des travaux, un train arrivant en A avec une vitesse de module égale à 54km/h à la marche suivante.

- De A à B tel que AB=125m un mouvement uniformément retardé réduisant la vitesse en B à 36 km/h.
- De B à C pendant 1min un mouvement uniforme.

- De C à D un mouvement uniformément accéléré tel que la vitesse reprenne la valeur de 54 km/h en 20s.
1. En prenant pour origine des abscisses le point A ; pour sens positif le sens de la marche et pour instant initial (t=0) l'instant de passage en A. Déterminer les équations horaires des 3 phases du mouvement.
2. Calculer la distance parcourue de A à D.

Exercice 7 :

Un mobile se déplace sur une route horizontale à la vitesse constante de valeur $v_0 = 16m.s^{-1}$. Lorsqu'il est à une distance D=200m du feu, le feu vert s'allume et reste vers pendant 11s. Dans tout l'exercice on prendra comme origine des temps ($t_0 = 0s$), l'instant où le feu vert s'allume et l'origine des espaces($x_0 = 0m$), la position de la voiture à cet instant. Le sens positif est le sens du mouvement.
1. A partir de l'instant de date $t = 0s$, le mobiliste accélère et impose à sa voiture une vitesse constante. A l'instantt_1, sa vitesse prend la valeur $v_1 = 21{,}4m.s^{-1}$. Entre $t_0\ et\ t_1$ l'automobile parcourt 100m.
1.1Déterminer l'accélération a_1.
1.2Déterminer la date t_1.
1.3 Ecrire la loi horaire du mouvement de la voiture pour t∈ $[0, t_1]$.
2. A partir de l'instant t_1, l'automobiliste maintient sa vitesse constante.
2.1 Ecrire la loi horaire du mouvement de la voiture pour $t \geq t_1$.
2.2 La voiture passe-t-elle devant le feu lorsqu'il est vert ? Justifier la réponse.
3. Si à l'instant t_1 , l'automobiliste freine et impose à sa voiture un mouvement rectiligne uniformément retardé d'accélération$a_2 = -2m.s^{-2}$.
3.1 Calculer la distance parcourue par la voiture du début du freinage jusqu'à son arrêt.
3.2 Déterminer la vitesse v_2 de la voiture en passant devant le feu et la date t_2 correspondante à ce passage.
3.3 Vérifier que la voiture est passée lorsque le feu n'est plus vert.

Exercice 8 :

Un point mobile M décrit sur un axe (O, $\vec{\imath}$) un mouvement d'accélération $\vec{a}$=4$\vec{\imath}$ .A L'instant t=0s, le vecteur vitesse est $\vec{v}$ = - 8$\vec{\imath}$ et le vecteur position de M est $\overrightarrow{OM}$=2$\vec{\imath}$.
1) Quelle est la nature du mouvement de M ?
2) Etablir les équations horaires x=f(t) et v = g(t).
3) Etudier les variations de la vitesse v en fonction du temps t. A quelle date le mouvement de M change-t-il de sens ? Entre quels instants ce mouvement est-il accéléré ? retardé ?
4) Représenter graphiquement la fonction x = f(t). Déterminer sur ce graphique l'instant où le vecteur vitesse $\vec{v}$ s'annule et change de sens. Quelle est alors l'abscisse de M?
5) Exprimer la vitesse v en fonction de l'abscisse x de M. Retrouver à partir de cette relation l'abscisse correspondant au changement de sens du mouvement.

Exercice 9 : Un point mobile M se déplace dans le plan muni d'un repère orthonormé (O,$\vec{\imath}$,$\vec{\jmath}$) avec un vecteur vitesse $\vec{v}$ = 4$\vec{\imath}$ + 8$\vec{\jmath}$.A l'origine des dates, le vecteur position de M est $\overrightarrow{OM_o}$= $4\vec{\imath} - 2\vec{\jmath}$.
1) Déterminer les équations horaires du mouvement de M : X = f(t) et y = g(t)
2) Exprimer les vecteurs position $\overrightarrow{OM}$ et accélération $\vec{a}$
3) Déterminer l'équation cartésienne de la trajectoire. En déduire la nature du mouvement de M.
4) Montrer que pour un tel mouvement le vecteur position de M est de la forme : $\overrightarrow{OM}$ = $\vec{v}$t + $\overrightarrow{OM_o}$

Exercice 10 :

Un mobile est animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal sur un segment de droite AB. Il met 100ms pour aller de A vers B. A la date t=0s, il passe par l'origine des élongations avec une vitesse de mesure algébrique $\bar{v}$=0,4Πms^{-1}.
1) Trouver l'amplitude du mouvement.
2) Ecrire l'équation horaire du mouvement du mobile.
3) A quelle date le mobile passe t-il pour la 2^e fois par l'élongation –2cm en allant dans le sens positif ? Trouver la vitesse et l'accélération du mobile à cet instant.

Exercice 11 :

On fait tourner un disque initialement au repos jusqu'à atteindre une vitesse constante de 8 rad/s.

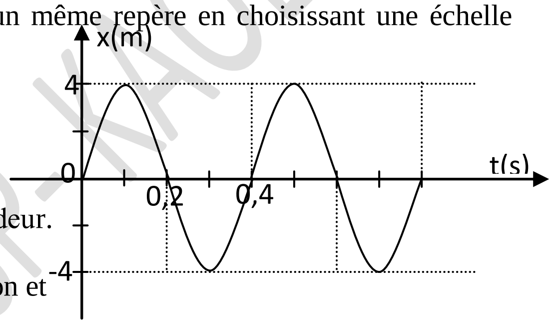
1) Quelle est la valeur de l'angle balayé par un rayon du disque au cours de ce mouvement si l'accélération vaut 2,5 rad/s^2.
2) Ecrire l'équation horaire du mouvement du disque (à t = 0 s ; $\theta = \theta_0 = 0$ rad)
3) Lancé à la vitesse ci-dessous, le disque est freiné. Il s'arrête alors au bout de 2 s.
3.1) Calculer la valeur de sa nouvelle accélération.
3.2) Quelle est la valeur de l'angle balayé par un rayon du disque depuis le début du freinage jusqu'à l'arrêt complet ?
4) Quel est le nombre de tours effectués par un rayon du disque pendant cette deuxième phase du mouvement.

Exercice 12 :

Un mobile en mouvement rectiligne sur une route horizontale de longueur L = 150m effectue dans un premier temps un mouvement uniformément accéléré de durée t_1 et de longueur l_1, dans un deuxième temps un mouvement uniforme de durée t_2 =5s et de longueur l_2 = 50m et dans un troisième temps un mouvement uniformément décéléré jusqu'à l'arrêt de durée t_3 égale à t_1 et de longueur l_3 .

1) Sachant que le mobile part du repos, écrire les équations horaires de son mouvement du mobile en vrai grandeur pour les trois phases en choisissant comme origines, des temps l'instant de départ et des abscisses le point de départ.
2) Calculer la durée totale du mouvement.
3) Représenter le diagramme des vitesses des trois phases dans un même repère en choisissant une échelle convenable.

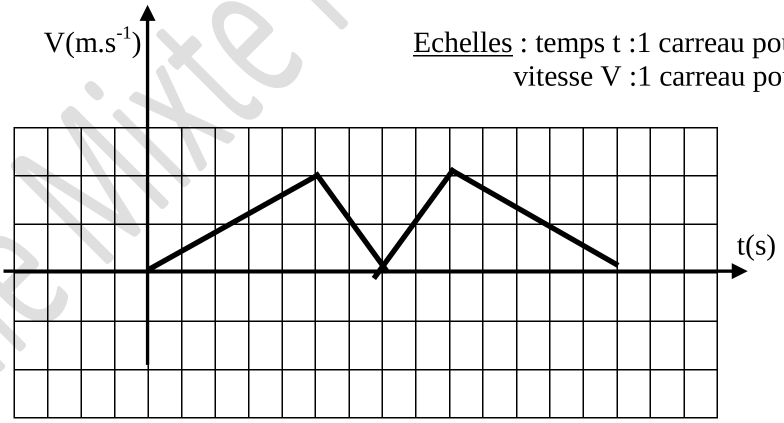
Exercice 13 :



L'équation horaire du mouvement sinusoïdal d'un point mobile est représentée selon la figure ci-contre.
1) Déterminer la pulsation et l'amplitude du mouvement.
2) Etablir l'équation horaire du mouvement du mobile en vrai grandeur.
3) Déterminer par le calcul, la position, la vitesse et l'accélération à l'instant t = T/4 ; Retrouver graphiquement la valeur de la position et indiquer le sen du mouvement.
4) Déterminer la deuxième date de passage à x = 0 après le départ en allant dans le sens négatif.

Exercice 14 :

La figure ci-dessous représente le diagramme des vitesses d'un mobile M.



Echelles : temps t :1 carreau pour 1s
vitesse V :1 carreau pour 5m.s^{-1}

1- Calculer les accélérations du mobile au cours du mouvement.
2- Tracer le diagramme des accélérations du mobile.
3-Calculer la vitesse du mobile à t=3s.
4-Calculer la distance parcourue entre les instants t_1=3s et t_2=5s.

Exercice 15 :

Un mobile est animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal de période T=0,20s. A la date t=0s, le mobile passe par l'origine des abscisses avec une vitesse de mesure algébrique v=0,4π ms^{-1}.
1-Dans quel sens se déplace le mobile à partir de l'instant t=0 ?
2-Trouver la pulsation ω et en déduire l'amplitude X_m du mouvement.
3-Ecrire l'équation horaire du mouvement du mobile en vraies grandeurs.
4-A quelle date le mobile passe-t-il pour la première fois par l'abscisse 2cm en allant dans le sens positif ?

5-Trouver la vitesse et l'accélération du mobile à cet instant ; en déduire la nature accélérée ou décélérée du mouvement à cette date.

Exercice 16 :

Les équation horaires des mouvements de deux mobiles M_1 et M_2 par rapport au repère (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$) sont :

$$M_1 \begin{cases} x = 1 + 2\sin 2\pi t \\ y = 4 + 2\cos 2\pi t \end{cases} \qquad M_2 \begin{cases} x = 1 + \sin 2\pi t \\ y = -2 - 3\cos 4\pi t \end{cases}$$

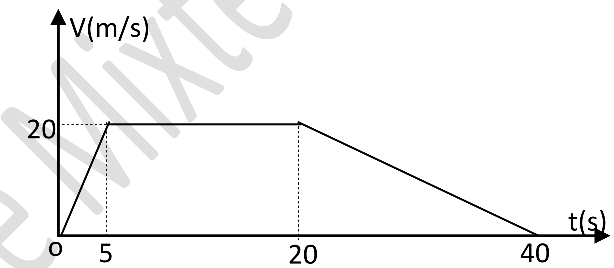
1. Pour chaque mobile, déterminer l'équation cartésienne de la trajectoire et préciser sa nature.
2. Déterminer les coordonnées des vecteurs vitesse et accélération des deux mobiles à tout instant et en déduire leur norme.
3. Quelle est la nature du mouvement de M_1?
4.1. Calculer à la date t = 0,5 S, la norme des vecteurs vitesse et accélération de M_2.
4.2. En déduire le rayon de courbure de la trajectoire de M_2 à la même date.

Exercice 17 :

Deux voitures A et B identiques roulent dans le même sens et dans le même couloir sur une autoroute rectiligne. Elles roulent à la même vitesse de $108 km.h^{-1}$. La distance qui les sépare est de 50m. A se trouve devant B. A la date t=0 le chauffeur de la voiture A freine ; l'accélération de son mouvement est alors en valeur absolue égale à $3,80 m.s^{-2}$. Le chauffeur de la voiture B un peu distrait ne freine que 2s pus tard.
1. Ecrire l'équation horaire du mouvement de A ; l'origine des espaces est la position de A à la date t = 0.
2. Trouver la durée du mouvement de freinage de A.
3. B freine avec la même accélération que A. Montrer que la voiture B en restant dans le même couloir va heurter A.
4. Trouver la vitesse de chacune des voitures au moment du choc.

Exercice 18 :

On donne ci-dessous le diagramme de la vitesse d'un point M animé d'un mouvement rectiligne le long d'un axe x'x.
1-Trouver l'accélération du mouvement durant chaque phase. Représenter le diagramme de l'accélération a(t).
2- Donner l'équation horaire de la vitesse sur chaque phase.
3- Ecrire l'équation horaire du mouvement x(t) sur chaque phase sachant qu'à la date t=0s, il passe par l'origine de l'axe.
4- Déterminer l'abscisse du mobile à la date t = 40s.

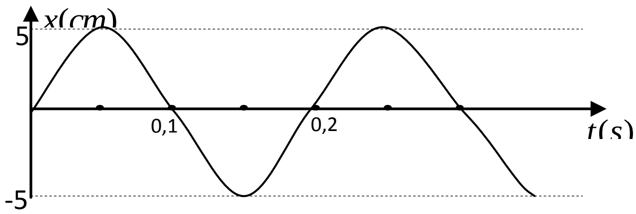


Exercice 19 :

Un mobile est animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal d'équation horaire de la forme $x = X_M \cos(\omega t + \varphi)$. Il se déplace sur un segment de longueur L = 4cm et met 10s pour parcourir ce segment.
1) Ecrire l'équation horaire du mouvement sachant qu'à la date t = 0s, le mobile passe par l'origine des abscisses en allant dans le sens positif.
2) Déterminer la valeur algébrique de sa vitesse à la date t=0s puis aux dates $t_1 = \frac{T}{2}$ *et* $t_2 = T$

Exercice 20 :

Un mobile est animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal. Le graphe ci-dessous donne les variations de l'abscisse en fonction du temps.



1) Trouver l'amplitude et la fréquence du mouvement.

2) Ecrire l'équation horaire du mouvement sous la forme $x = X_m \cos(\omega t + \varphi)$ puis sous la forme $x = X_m \sin(\omega t + \varphi')$

3) A quelles dates le mobile passe-t-il par l'abscisse $x = 2{,}5cm$? Calculer aux deux premières dates la vitesse et l'accélération du mobile. On précisera si le mobile est accéléré ou retardé à chacune de ces dates.

Exercice 21 :

Un mobile est animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal sur l'axe $x'x$. Son élongation à la date t est donnée par $x = A\cos(\omega t) + B\sin(\omega t)$. x est en mètres et t en secondes.

A la date $t = 0$ le mobile passe par l'élongation $x = 4cm$ à la vitesse $V_0 = 6\pi cm.s^{-1}$ et se déplace dans le sens positif de l'axe $x'x$. L'accélération du mobile à cette date $t = 0s$ est $a = -16\pi^2 cm.s^{-2}$.

1) Calculer les valeurs de A, B et ω.

2) Mettre l'équation horaire du mouvement sous la forme
$x(t) = X_m \cos(\omega t + \varphi)$. On Donnera son expression numérique

3) Calculer l'accélération a du mobile à la date t = 1 s.

Exercice 22 :

Une roue de rayon R roule sans glisser sur un support rectiligne. Un point I de la périphérie de la roue décrit une courbe appelée cycloïde. Le point I venant en contact avec la support en un point O, on introduit deux axes Ox et Oy (voir figure).

19-1 Soit x l'abscisse du centre C de la roue lorsque le contact se fait avec le support au point H. Notons θ l'angle de CI et de CH.

Le roulement sans glisser impose que l'arc de cercle IH ait la même longueur que le segment OH.

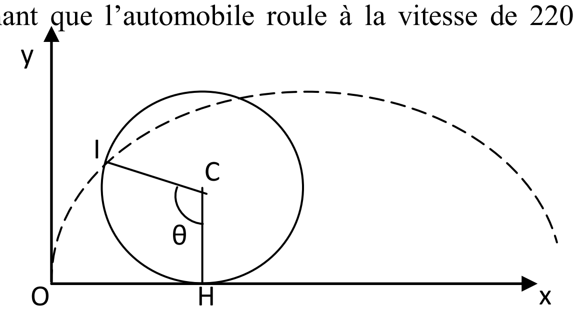
En déduire une relation entre x, R et θ.

19-2 En projetant sur les axes l'égalité vectorielle $\overrightarrow{OI} = \overrightarrow{OH} + \overrightarrow{HC} + \overrightarrow{CI}$, écrire les coordonnées du point I en fonction de x et R.

19-3 En déduire les composantes des vecteurs vitesse et accélération du point I.

19-4 On suppose que la vitesse du point C est constante. Que peut-on dire du vecteur vitesse du point I lorsque ce point est en contact avec le support ? Déterminer le vecteur accélération dans cette position.

19-5 La roue est une roue de voiture de rayon 28 cm, supposée bien gonflée pour qu'on puisse négliger la déformation du pneumatique au contact avec le sol. Quelle est l'accélération du point I lorsqu'il passe au contact avec le support sachant que l'automobile roule à la vitesse de 220 km/h ? Comparer à l'accélération de la pesanteur.



SERIE P2-P3 : BASES ET APPLICATIONS DE LA DYNAMIQUE

Méthode générale de résolution d'un problème de dynamique

Pour résoudre un problème de dynamique, il faut :

- Délimiter le système,
- Préciser le référentiel d'étude,
- Faire l'inventaire des forces extérieures agissant sur le système,
- Faire si possible un schéma où sont représentées les forces,
- Appliquer les différents théorèmes :
  - Théorème du centre d'inertie (T.C.I) : $\sum \vec{F} = m\vec{a}$
  - Théorème de l'énergie cinétique (T.E.C) : $\Delta E_C = \sum W(\vec{F})$

EXERCICE 1 : Détermination du centre d'inertie d'un système

Dans une molécule d'eau H_2O la distance moyenne entre l'atome d'oxygène et chaque atome d'hydrogène est de $9{,}60.\ 10^{-11}$ m. l'écart angulaire formé par les deux directions OH est voisin de 105°. Déterminer la position du centre d'in ertie de la molécule.

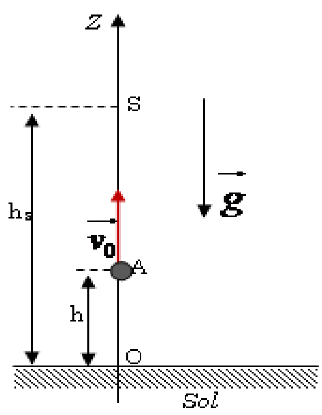
On donne : M(O)=16g/mol ; M(H)= 1g/mol

EXERCICE 2 : chute libre

Un projectile de masse m = 50g est lancé vers le haut à partir d'un point A situé à une hauteur h = 1m au dessus du sol avec une vitesse $\vec{v_0}$ parallèle à $\vec{g}$ et de norme V_0 = 10m/s. g = 10m.s^{-1}

1) - Quelle est la nature du mouvement du projectile ?
2) - Ecrire les équations du mouvement
3) - Quelle est la hauteur maximale atteinte par rapport au sol ?
4) - Calculer la durée :
   a)– De la montée b)– Du vol

5)- Quelle est la vitesse de la bille v_s du projectile lorsqu'elle touche le sol.



EXERCICE 03 : Plan incliné

Un mobile de masse m = 20 kg lancé avec une vitesse de norme v_0 = 4 m.s^{-1}, monte, en mouvement de translation rectiligne, le long d'une ligne de plus grande pente d'un plan incliné d'un angle α = 20° avec l'horizontal (g = 9,8 m.s^{-2}). Les forces de frottement sont équivalente à une force opposée à la vitesse, de norme supposée constante f = 40N.

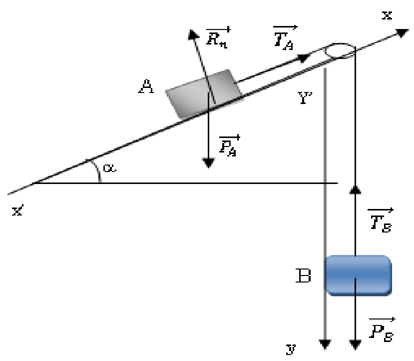
1) - Etablir l'équation horaire du mouvement du mobile.
2) - Déterminer la distance parcourue par le mobile avant qu'il n'arrête de monter.
3) - Arrivé au sommet de sa trajectoire, le mobile redescend. Indiquer sur un schéma les forces extérieures appliquées à ce mobile au cours de la descente. Qu'y a-t-il de changé par rapport à la montée ?
4) - Calculer la vitesse avec laquelle le mobile repasse par sa position initiale. Quelle serait cette vitesse si les frottements étaient négligeables ?

EXERCICE 04 : *Systèmes articulés*

Sur la figure ci-contre :

- A est un solide de masse m_A, pouvant glisser le long d'un plan incliné suivant la ligne de plus grande pente OC.
- B est un solide de masse m_B, relié à A par un fil de masse négligeable passant par la gorge d'une poulie K de masse également négligeable.

A *t* = 0, le système est libéré sans vitesse, le solide A partant du point O. Tous les frottements sont négligeables.



1) - Trouver l'accélération du mouvement,

2) - Déterminer le temps mis par A pour atteindre le sommet S tel que OS = L. Quelle est la vitesse de A en S ?

3) - Au moment où le solide A passe par en S, le fil casse brusquement.

   a) Déterminer les mouvements ultérieurs de A et B.

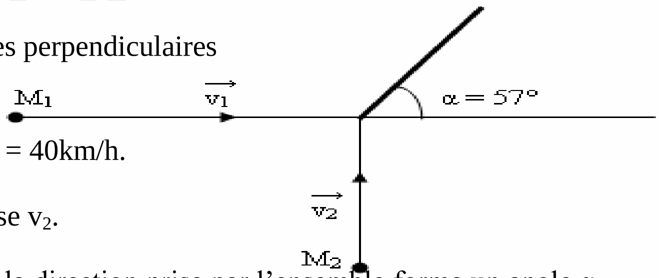
   b) A quelle date le solide A repasse t-il au point O ?

Application numérique : m_A = 400g ; m_B = 300g ; OS = L = 2m ; α = 30° ; g ≅ 10 $m.s^{-2}$.

EXERCICE 5 : Cas des chocs

Par un jour d'hiver, les chaussées sont glissantes et l'on suppose que les véhicules qui s'y déplacent sont des solides pseudo-isolés.

Deux automobiles se heurtent au croisement de deux routes perpendiculaires (**voir figure ci-contre**).



La première, de masse m_1 = 1000kg, roulait à la vitesse v_1 = 40km/h.

La deuxième, de masse m_2 = 800kg, se déplaçait à la vitesse v_2.

Après le choc, les deux automobiles restent accrochées et la direction prise par l'ensemble forme un angle α = 57° avec la direction initiale du premier véhicule. La vitesse sur ces deux routes étant limités à 45km/h, le deuxième véhicule était-il en infraction pour excès de vitesse ?

EXERCICE 6 : **Mouvement de chute vertical dans un fluide**

Dans beaucoup de moteurs, pour diminuer l'usure des pièces mécaniques, on utilise des huiles dont l'une des caractéristiques fondamentales est la viscosité.

Dans ce qui suit, on se propose de déterminer la viscosité d'une « huile moteur ». Pour cela, on étudie la chute verticale d'une bille en acier d'abord dans l'air puis dans l'huile. Dans les deux cas, la bille est lâchée sans vitesse initiale à partir d'un point O du fluide pris comme origine de l'axe (OX) vertical et orienté vers le bas et l'instant de lâcher est pris comme origine des dates t = 0.

Sur la bille s'exercent les trois forces suivantes :

- Son poids $\vec{p}$;

- La résistance du fluide $\vec{f}$, qui est une force colinéaire et de sens opposé au vecteur- vitesse instantanée de la bille, d'intensité $f = 6\,\pi\,\eta\,r\,V$, expression où η est la viscosité du fluide supposée constante, V la valeur de la vitesse instantanée de la bille et r son rayon ;

- La poussée d'Archimède $\vec{F}$ qui est une force verticale orientée vers le haut, d'intensité $F = \rho V_B\, g$ relation où ρ est la masse volumique du fluide, V_B le volume de la bille et g l'intensité de la pesanteur.

3.1 Etude du mouvement de la bille dans l'air.

3.1.1. Représenter les forces appliquées à la bille à une date t > 0.

3.1.2. Calculer l'intensité de chacune de ces forces pour V= 5 m/s. En déduire qu'on peut négliger les intensités de $\vec{F}$ et $\vec{f}$ devant celle du poids.

3.1.3. Etablir les équations horaires de la vitesse V(t) et de l'abscisse x (t) de la bille puis précisé la nature du mouvement de la bille dans l'air.
3.1.4. Au bout d'un parcours de 50 cm depuis le point O, la bille acquiert une vitesse de 3,16 m/s.
Montrer que cette information confirme l'approximation faite à la question 3.1.2.

3.2. Etude du mouvement de la bille dans l'huile

3.2.1. Les intensités de $\vec{F}$ et $\vec{f}$ ne sont plus négligeables devant celle du poids. Par application du théorème du centre d'inertie, montrer que l'équation différentielle du mouvement de la bille peut s'écrire sous la forme : $\frac{dV}{dt}+\frac{1}{\tau}$ V = C où C et τ sont des constantes.
3.2.2. Donner l'expression de C en fonction de g, ρ_{ac} (masse volumique de l'acier) et ρ_h (masse volumique de « l'huile moteur ») puis exprimer τ en fonction de ρ**ac**, r et η.Vérifier que C = 8,4 $m.s^{-2}$.
3.2.3. Au bout d'un temps suffisamment long, l'accélération de la bille s'annule. La vitesse obtenue à partir de cet instant est appelée vitesse limite de module V_{lim}
a) Décrire la nature du mouvement de la bille après que l'accélération s'annule puis exprimer la vitesse limite V_{lim} en fonction de τ et C.
b) On trouve expérimentalement que V_{lim}= 4,2 cm/s. Quelle valeur de τ peut-on en déduire ?
3.2.4. Déterminer la valeur de la viscosité η de « l'huile-moteur ».
Données : Masse volumique de l'acier : ρ_{ac} = 7,8 x 10^3 kg/m^3 ; masse volumique de l'air : ρ_0 = 1,3 kg/m^3
Masse volumique de l'huile moteur : ρ_h = 1,26. 10^3 kg/m^3 ; viscosité de l'air : η (air) =1,85.10^{-5}SI
Rayon de la bille r = 1,5 mm : Volume de la bille $V_B = \frac{4}{3}\pi r^3$; g = 10 N/kg

<u>EXERCICE 7</u> : Projectile dans le champ de pesanteur

4.1. Un canon lance un projectile de masse m, supposé ponctuel, avec une vitesse initiale $\vec{V}_0$ faisant un angle α avec l'horizontale à partir d'un point M_0 situé à la hauteur H au-dessus du niveau de la mer. Le mouvement du projectile est étudié dans le repère (OX, OY) de plan vertical, d'origine O et de vecteurs unitaires $\vec{i}$ et $\vec{j}$ (figure 2). L'axe horizontal OX est pris sur le niveau de la mer. Dans toute la suite on néglige l'action de l'air.
4.1.1. Faire le bilan des forces appliquées au projectile puis déterminer les composantes de l'accélération du mouvement.
4.1.2. En déduire les composantes du vecteur vitesse $\vec{V}$ du projectile et celles du vecteur position à chaque instant en fonction V0, g et H.
4.1.3. Le projectile tombe en un point C centre d'un bateau tel que OC = D.
a) Trouver l'expression du temps de vol mis par le projectile pour atteindre le point C en fonction de D, V_0 et α.
b) Donner, en fonction de α, g, H et D, l'expression de V_0 pour qu'il tombe effectivement au point C. Faire l'application numérique.
c) Etablir l'expression de la hauteur maximale hm atteinte par le projectile par rapport au niveau de la mer en fonction de D, H et α.
4.2. Le projectile est maintenant lancé à partir du point O origine du repère avec un vecteur- vitesse, $\vec{V}_0{}'$. Le bateau a une longueur L et de même direction que OX.
Le projectile tombe à une distance $d_1 = \frac{L}{2}$ en deçà de la cible C quand le vecteur vitesse ,$\vec{V}_0{}'$ fait un α_1 angle avec l'horizontale. Il tombe à une distance $d_2 = \frac{L}{2}$ au-delà de la cible C quand, $\vec{V}_0{}'$ fait un angle α_2 avec l'horizontale. Le bateau est supposé immobile pendant toute la durée des tirs.
4.2.1. Exprimer la distance d1 puis d2 en fonction de D, g, $\vec{V}_0{}'$ et l'angle de tir (α_1 ou α_2).
4.2.2. En déduire la relation $D = \frac{V_0'^2(\sin 2\alpha_1 + \sin 2\alpha_2)}{2g}$
4.2.3. Déterminer en fonction de α_1 et α_2 l'angle θ pour que le projectile atteigne la cible puis calculer sa valeur.
On donne : g = 10 $m.s^{-2}$; H = 80 m ; D =1km et α = 30° ; 1 α_1 = 30° et 2 α_2 = 45°

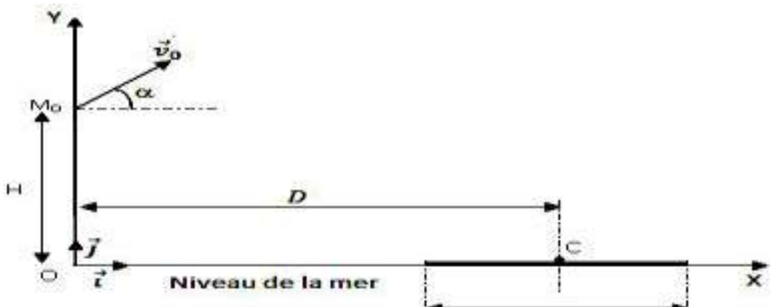
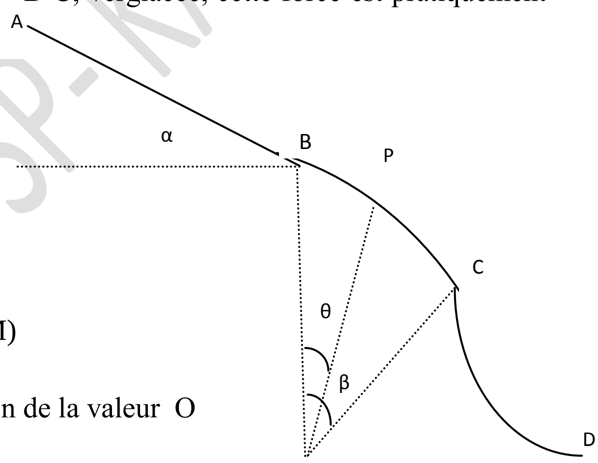


figure 2

EXERCICE 8 : **Descente d'un skieur**

Un skieur parcourt une piste AD située au voisinage d'un plan vertical pris pour plan de la figure. La partie AB, de longueur L, est rectiligne, descendante et fait avec l'horizontale un angle α. Elle se raccorde en B' par l'intermédiaire d'un tronçon BB', de longueur négligeable, non représenté sur la figure, à la partie B'C, circulaire, de centre O, de rayon r, horizontale en B'. La mesure β de l'angle $B\hat{O}C$ est de l'ordre de 60° ; sa valeur exacte et la partie CD n'interviennent pas dans le problème. Pour que les calculs soient faciles, on assimile le skieur à un point matériel (M) de masse m qui se déplace sur AD. On admet que sur la piste enneigée AB, la force de frottement est constante, tandis que sur B'C, verglacée, cette force est pratiquement nulle. Enfin, on néglige la résistance de l'air.



Pour les calculs numériques on prendra : L = 500m ;
α = 10° ; r =100m, m = 80Kg ; g =10m.s⁻

5.1. Le skieur part de A sans vitesse ; il arrive en B avec la vitesse V_B. Etablir en fonction de m, g, L, α et V_B de la valeur de f de la force de frottement sur AB. Calculer f avec V_B= 18m.s^{-1}.

5.2. La vitesse en B' est pratiquement V_B. Trouver l'expression en fonction de V_B, r, g et cosθ, du carré de V_2 de la vitesse de (M) lorsqu'il passe au point P, repéré par l'angle θ, de la piste B'C.

5.3. Etablir de même, en fonction de V_2, m, g, r et θ, l'expression de la valeur de R de la réaction $\vec{R}$ que la piste exerce sur le skieur au point P.

5.4. En déduire finalement R en fonction de V_B et θ, ainsi que de certaines autres données.

5.5. Calculer la valeur numérique θ_0 de θ pour laquelle le point (M) quitte la piste BC.

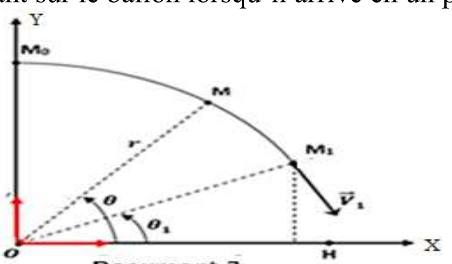
EXERCICE 9 :

On considère un dispositif servant de lancement d'objets qui a la forme d'une portion de cercle de plan vertical, de longueur M_0M_1 , de centre O et de rayon r (document 2). Son revêtement rend les frottements négligeables. On étudie, dans le référentiel terrestre galiléen, le mouvement d'un ballon de masse m supposé ponctuel posé sur le dispositif.

Dans toute la suite on rapporte le mouvement du ballon au repère cartésien orthonormé (OX,OY); l'axe OX étant horizontal.

6.1. Le ballon est abandonné sur le dispositif à partir du point M_0 qu'il quitte avec une vitesse initiale nulle pour aller en M_1. Il glisse sans rouler le long de l'arc M_0M_1^.

6.1.1. Faire le bilan des forces agissant sur le ballon lorsqu'il arrive en un point M de l'arc (voir document 2);

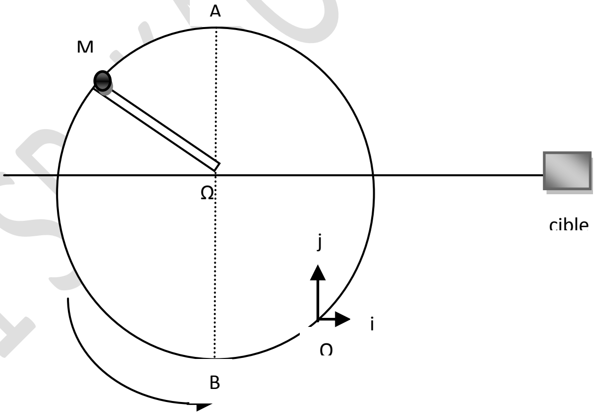


Document 2

6.1.2. Par application du théorème du centre d'inertie, trouver l'expression de l'intensité R de la réaction au point M en fonction du module v de la vitesse, de l'angle Θ, de la masse m, du rayon r et de l'intensité de la pesanteur g.
6.1.3. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, montrer que la vitesse du ballon en M est telle que v^2 = 2 g r (1-sinΘ).
6.1.4 Le mobile quitte la piste au point M_1 d'élongation angulaire $\theta_1 = (OX, OM_1)$.
Déterminer la valeur de l'angle θ_1. En déduire l'expression de la vitesse v_1 du ballon au point M_1 en fonction de g et r. Faire l'application numérique.
6.2. Dans la deuxième phase du mouvement, le mobile effectue une chute libre qui se termine par une réception au point H sur un plan d'eau horizontal (voir document 2). Dans cette phase, on choisit une nouvelle origine des dates t = 0 au point M_1.
6.2.1. Exprimer les composantes du vecteur vitesse $\overrightarrow{v_1}$ en M_1 dans le repère (OX, OY) en fonction de θ1 et v_1 **.**
6.2.2. Ecrire les équations horaires du mouvement durant cette phase et en déduire l'équation de la trajectoire du ballon.
6.2.3. Calculer la distance OH. Données : r = 50cm et g= 10N/kg

<u>EXERCICE 10</u> : **<u>Mouvement du projectile d'une fronde</u>**

Une fronde est constituée de deux cordelettes inextensibles retenant un projectile de masse M= 100g, supposé ponctuel. Elle est maniée par le lanceur de
Façon à lui faire décrire un cercle vertical de centre Ω et de rayon R, à la vitesse angulaire constante.

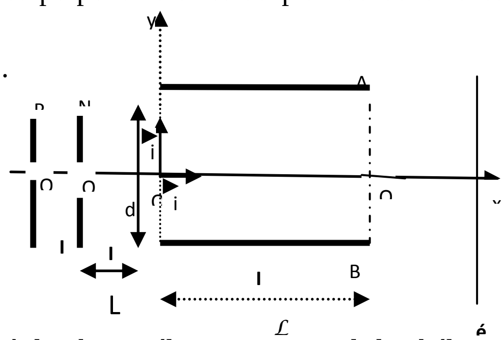


7.1. Déterminer la tension T des deux cordelettes aux points A et B sachant que la fronde tourne

à la vitesse constante de N= 100 tours par minute.
7.2. Le lanceur lâche brusquement le projectile en libérant une cordelette au moment où celui-ci passe par le point O. les cordelettes font alors un angle β=45°par rapport à la verticale.
7.2.1. Établir l'équation de la trajectoire du projectile dans le repère $(O,\vec{i},\vec{j})$
7.2.2. En déduire la distance à laquelle doit se trouver une cible ponctuelle, située dans le même plan horizontal que le point Ω, pour être atteinte. Plusieurs solutions sont-elles possibles ? Expliquer.
Données : r = 80cm et g = 10N/kg

<u>EXERCICE 11</u> : **Déviation des ions He^{2+}**

Des hélions, particules He^{2+} de masse m, sont émis avec une vitesse négligeable à travers l'ouverture O1 d'une plaque métallique P, ils traversent successivement les régions I, II et III d'une enceinte où on a fait le vide. On négligera leurs poids au cours du mouvement.
10.1. la région I est limitée par les plaques P et N planes, parallèles perpendiculaires au plan du schéma et présentant entre elles une tension $U_0 = V_N - V_P$. On veut qu'en O_2 les hélions aient une vitesse V_0 ayant la direction de la droite (O_1O_2).



10.1.1. Préciser et justifier le signe de U_0.
10.1.2. Déterminer l'expression littérale de V_0 en fonction de e, m et U_0
10.1.2. Déterminer l'expression littérale de V_0 en fonction de e, m et U_0
On donne : $|U_0| = 2000V \quad 1u = 1{,}667.10^{-27}\,Kg$
10.2. Après avoir franchi la région II, de longueur $O_2O = L = 10cm$, où le champ électrique est nul, les hélions pénètrent en O dans la région III. Entre les armatures A et B, parallèles, perpendiculaires au plan de la figure distantes de d, de longueur l, existe une tension U_{AB}. On veut que les particules sortent de cette région au point S tel que O'S= 5mm. On donne l=20cm et d=5cm.

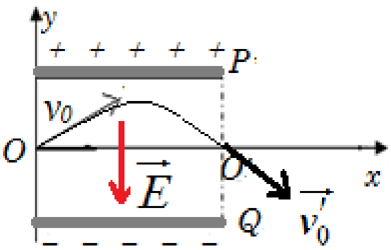
10.2.1. Déterminer le sens du vecteur $\vec{E}$, supposé uniforme, qui existe dans la région III. En déduire le signe de la tension U_{AB}.

10.2.2. Etablir l'équation de la trajectoire dans le repère $(o, \vec{i}, \vec{j})$. Faire apparaitre dans cette équation U_{AB} et U_0.

10.2.2. Quelle doit être la valeur de U_{AB} pour que O'S= 5mm ?

10.2.3. Quelle est la durée du trajet des particules entre 0_2 et S ? Ce dispositif permet-il de séparer les isotopes d'hélium ?

EXERCICE 12 **: La vitesse initiale $\vec{V_0}$ fait un angle α avec le champ électrique $\vec{E}$**



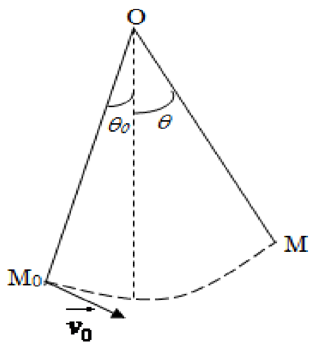
Un faisceau de particules α (ions He^{2+}) pénètre entre les plaques horizontales P_1 et P_2 d'un condensateur à la vitesse $v_0 = 448\,km.s^{-1}$ et dont la direction fait avec l'horizontal un angle β = 45°. Les plaques de longueur L = 10cm sont distante de d = 8cm. La tension entre las armatures est U_{PQ}.

1) - Indiquer en le justifiant le signe de la tension U_{PQ} tel que le faisceau de particule α passe par le point O'.
2) - Etablir les équations horaires du mouvement d'une particule α entre les armatures du condensateur.
3) - Déduire l'équation de la trajectoire de la particule entre les armatures du condensateur.
4) - Déterminer la valeur de U_{PQ} pour que le faisceau sorte des armatures au point O'. Déterminer les caractéristiques du vecteur vitesse $\vec{v'_0}$ des particules α à leur sortie en O'.
5) - A quelle distance minimale du plateau supérieur passe le faisceau de particule α.

EXERCICE 13 : **Pendule simple**

Une sphère (S) assimilable à un point matériel de masse *m* = 50 g est reliée à un point fixe O par un fil inextensible, de masse négligeable et de longueur *l* = 50 cm.

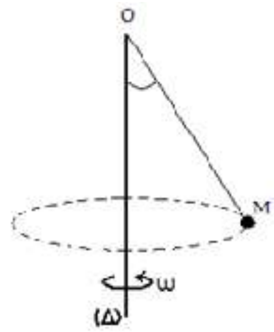
Le fil est écarté de sa position d'équilibre d'un angle $\theta_{0\,=\,30°}$, puis elle est lancée vers le bas avec un vecteur vitesse $\vec{v_0}$ perpendiculaire au fil. A une date *t* quelconque, la position de la bille est repérée par l'angle θ que forme le fil avec la position d'équilibre.



1) - Exprimer la vitesse *v* de la bille à la date *t* en fonction de v_0, *l*, *g*, θ_0 et θ.
2) - Exprimer la tension T du fil à la date *t* en fonction de *m*, v_0, *l*, *g*, θ_0 et θ.
3) - Quelle doit être la valeur minimale de v_0 pour que la bille fasse un tour complet, le fil restant tendu ?
4) - Avec cette vitesse minimale, de v_0, exprimer la vitesse de la bille lorsque celle-ci passe à la verticale au dessus du point O.

EXERCICE 14 : **Pendule conique et systèmes analogues**

Les questions 1) – et 2) – sont indépendantes.



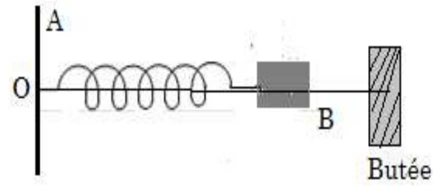
1) - Une bille de masse *m* est suspendue à un fil inextensible de masse négligeable, de longueur *l* et solidaire à un axe verticale (Δ). L'axe (Δ) animé de mouvement de rotation entraine le pendule qui s'écarte d'un angle de la verticale. L'ensemble tourne autour de l'axe (Δ) à la vitesse angulaire ω.

1-1. En appliquant le théorème du centre d'inertie, donner l'expression de l'angle α en fonction de *l*, *g* et ω.

1-2. Donner la valeur minimale de la vitesse angulaire ω pour que le pendule s'écarte de la verticale.

2) - Une tige AT verticale peut tourner autour d'elle-même avec une vitesse angulaire ω. En un point O de cette tige est soudée une tige horizontale OB de masse négligeable. On dispose d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable, de constante de raideur k = 60 N.m^{-1}, de longueur à vide l_0 = 20cm et d'un solide ponctuel M de masse m = 200g.

2-1. Le ressort est enfilé sur OB, une extrémité fixée en O, l'autre relié à M coulissant sans frottement sur OB.

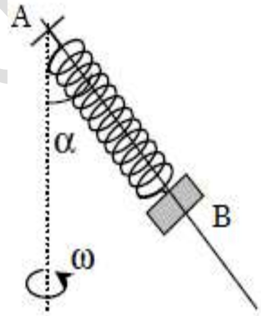


a) Le système est mis en rotation à la vitesse angulaire ω. Etablir la relation donnant l'allongement x du ressort en fonction de ω.

Applications : $\omega = \omega_1$ = 10 rad/s ; g = 9,8 m/s^2.

b) Quand le ressort atteint la longueur l = 30cm, M vient appuyer sur une butée limitant l'allongement du ressort. Etablir l'expression de l'intensité F de la force exercée par M sur la butée en fonction de m, l_0, k et ω. *Applications :* Calculer F pour $\omega = \omega_2$ =12 rad/s.

2-2. On incline maintenant la tige OB d'un angle α = 60° par rapport à la tige AT.



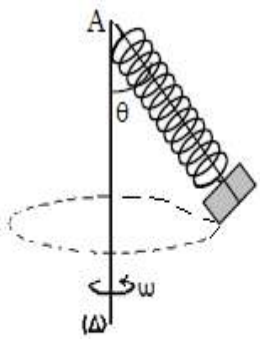
a) Calculer la longueur l_1 du ressort et la réaction R_1 de la tige OB sur le solide M à l'équilibre.

b) L'ensemble tourne maintenant autour de l'axe AT avec une vitesse angulaire ω = 10 rad/s. Déterminer :

- La longueur l_2 du ressort ;
- La réaction R_2 de la tige sur M.

c) Montrer que la réaction de la tige sur M peut s'annuler pour une certaine valeur ω_0 de la vitesse angulaire que l'on précisera.

2-3. Le ressort est maintenant débarrassé de la tige OB. L'ensemble est mis en mouvement de rotation uniforme autour de l'axe vertical (AT). Au cours du mouvement l'axe du ressort forme un angle θ = 30° avec la verticale. (g = 9,8 m/s^2).

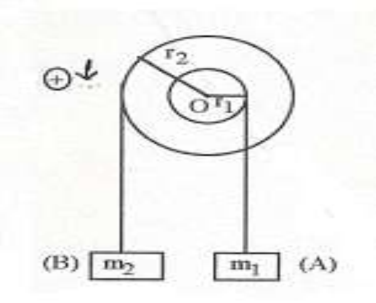


a) Représenter les forces qui s'exercent sur le solide M en rotation et calculer leurs intensités respectives.

b) Evaluer la vitesse de rotation ω de l'ensemble autour de l'axe (AT) et la vitesse linéaire v du solide ponctuel M.

EXERCICE 15 :

Dans le système représenté ci-contre le moment d'inertie de la poulie à deux gorges vaut J_Δ = 0,17 kg.m^{-2} , les frottements sont négligeables et les fils sont inextensibles et de masses négligeables.
La charge A a une masse m_1 = 3kg et la charge B une masse m_2 = 2kg. Les rayons r_1 et r_2 sont tels que $\mathbf{r_2 = 2\,r_1 = 40cm}$.
A la date t = 0, on abandonne le système sans vitesse initiale.
1) Montrer que le système se déplace dans le sens indiqué sur la figure.



2) Calculer l'accélération angulaire $\ddot{a}$ de la poulie et en déduire les accélérations linéaires a_1 de A et a_2 de B.
3) Calculer les tensions T_1 et T_2 de chaque brin de fil sur A et B.

EXERCICE 16 : Cas d'un virage

Quel doit être l'angle α que doit faire le profil de la chaussée d'une autoroute pour qu'une voiture roulant à 150km.h^{-1} subisse une réaction du sol perpendiculaire à la chaussée dans un virage horizontal de rayon r = 600m ? Quel est l'intérêt de ce profil ?

EXERCICE 17 : **jeu de lancer**

Lors des derniers championnats du monde d'athlétisme qui eurent lieu à Paris en août 2003, le vainqueur de l'épreuve du lancer de poids a réussi un jet à une distance D = 21,69 m.

L'entraineur de l'un de ses concurrents souhaite étudier ce lancer. Il cherche à déterminer les conditions initiales avec lesquelles cette performance a pu être réalisée par le vainqueur de l'épreuve.

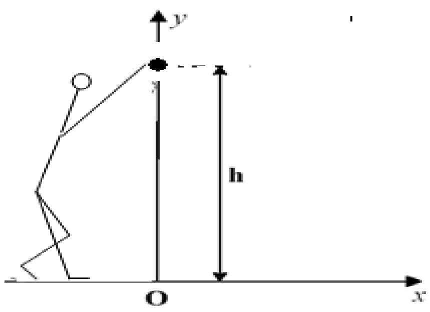
Il dispose pour cela d'enregistrements relatifs à la vitesse du boulet (nom donné au ″ poids ″).

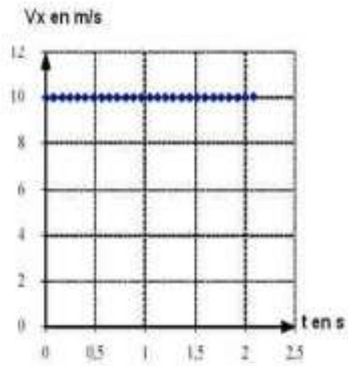
Pour simplifier, l'étude porte sur le mouvement du centre d'inertie du boulet dans le référentiel terrestre où on définit le repère d'espace (O, Ox, Oy) où :

• Oy est un axe vertical ascendant passant par le centre d'inertie du boulet à l' instant où il quitte la main du lanceur.

• Ox est un axe horizontal au niveau du sol.

L'origine des temps t = 0 est prise au moment du lancer du boulet où son centre d'inertie est situe a la distance verticale h = 2,62 m du sol.





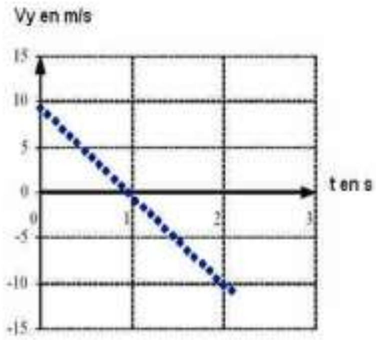


Figure 1 **figure 2** **figure 3**

2.1 Exploitation des enregistrements.

L'entraineur a obtenu les graphes, en fonction du temps, des composantes horizontale v_x et verticale v_y du vecteur-vitesse instantanée (figures 1 et 2 ci-dessus).

Pour chacun des graphes, les dates correspondant à deux points successifs sont séparées par le même intervalle de temps.

2.1.1 En utilisant la figure 1, déterminer :

-a) la composante $\mathbf{v_{0x}}$ du vecteur-vitesse du centre d'inertie du boulet a l'instant de date t = 0 s.

b) la nature du mouvement de la projection du centre d'inertie du boulet sur l'axe Ox.

2.1.2 En utilisant la figure 2, déterminer :

a) la composante $\mathbf{v_{0y}}$ du vecteur-vitesse a l'instant de date t = 0 s.

b) la nature du mouvement de la projection du centre d'inertie du boulet sur l'axe OY.

2.1.3 Exprimer les composantes $\mathbf{v_{0x}}$ et $\mathbf{v_{0y}}$ en fonction de la valeur $\vec{V}_0$ du vecteur-vitesse initiale et de l'angle α de ce vecteur avec l'horizontale.

2.1.4. En déduire la valeur de $\mathbf{V_0}$ et celle de l'angle α**.**

2.2 Etude théorique du mouvement.

2.2.1 Par application du théorème du centre d'inertie, dans le référentiel terrestre supposé galiléen, déterminer le vecteur-accélération du centre d'inertie du boulet lors du mouvement.

2.2.2 En déduire les équations, en fonction du temps, des composantes V_x et V_y du vecteur-vitesse instantanée $\vec{V}$. Ces équations sont-elles en accord avec les graphes des figures 1 et 2 ?

2.2.3 Etablir les équations horaires x(t) et y(t) du mouvement. En déduire l'équation de la trajectoire. Représenter cette trajectoire et le vecteur-vitesse $\vec{V}_0$ au point de départ du boulet. On prendra : g = 9,8 $m.s^{-2}$

EXERCICE 18 :

On étudie le mouvement d'un pendule simple constitué d'une bille ponctuelle de masse m = 50 g suspendue en un point fixe O par un fil inextensible de longueur L = 50 cm.

Initialement le pendule est en équilibre stable, le fil est alors vertical et le solide est en dessous de O.

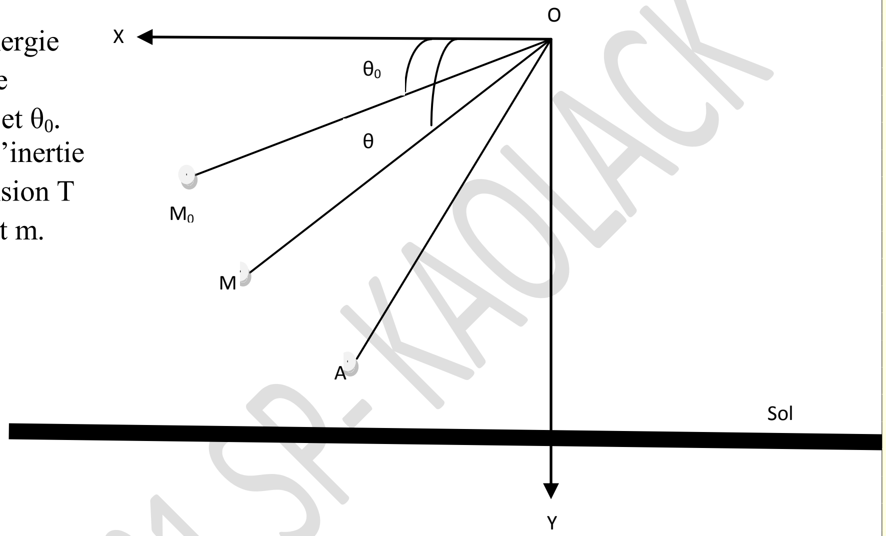
Dans toute la suite les frottements seront négligés.

8.1 Dans un premier temps, le solide est écarté légèrement de sa position d'équilibre stable puis abandonné sans vitesse initiale. Le système effectue alors de part et d'autre de cette position d'équilibre, des oscillations périodiques, de faibles amplitudes, de période $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$. Evaluer la période de ces oscillations. Quelle devrait être la valeur de la longueur du fil pour que le pendule « batte la seconde » (une demi-oscillation dure 1 seconde)? On prendra g = 9,8 m.s^{-2}.

8.2 On écarte maintenant le fil du pendule de sa position d'équilibre jusqu'à la position définie par l'angle $\theta_0 = (O\vec{x}, OM_0) = 15°$ (voir figure ci-dessous) et on lance la bille da ns le plan XOY avec le vecteur vitesse dirigé vers le bas et tangent au cercle de rayon ℓ et de centre O. On repère la position de la bille à un instant t par l'angle $\theta = (O\vec{x}, OM)$

8.2.1 Par application du théorème de l'énergie cinétique établir l'expression de la vitesse de la bille en M en fonction de v_0, g, ℓ, θ et θ_0.

8.2.2 En utilisant le théorème du centre d'inertie au point M ; établir l'expression de la tension T du fil en M en fonction de v_0, ℓ, θ_0, θ, g et m.



8.2.3 Exprimer la valeur minimale V_{0m} de la vitesse V_0 pour que la bille effectue un tour complet le fil restant tendu et la calculer.

8-2.4 Le pendule est à nouveau lancé à partir de M_0 avec un vecteur- vitesse $\vec{V}'_0$ dirigé vers le bas, tangent au cercle de rayon ℓ et de centre O, de valeur V'_0 = 4,15 m.s^{-1}. Mais le fil se casse quand la bille passe pour la première fois au ℓpoint A repéré par l'angle a $= (O\vec{x}, O\vec{A}) = 45°$.

8-2.4-1 Déterminer les caractéristiques du vecteur- vitesse $\vec{V}_A$ de la bille au point A**.**

8-2.4-2 Déterminer, dans le repère orthonormé $(O\vec{x}, O\vec{y})$ donné dans le schéma précédent, les équations horaires du mouvement de la bille après sa libération.

8-2.4-3 En posant $u = L\cos\alpha - x$, montrer que, dans le repère orthonormé $(O\vec{x}, O\vec{y})$, l'équation de la trajectoire de la bille après sa libération s'écrit : $y = \frac{g}{2V_A^2\sin^2\alpha}u^2 + \frac{u}{\tan\alpha} + L\sin\alpha$

8.2.4-4 Déterminer l'abscisse du point d'impact I de la bille sur le sol horizontal qui se trouve à une distance h = 1,5 m au dessous du point O.

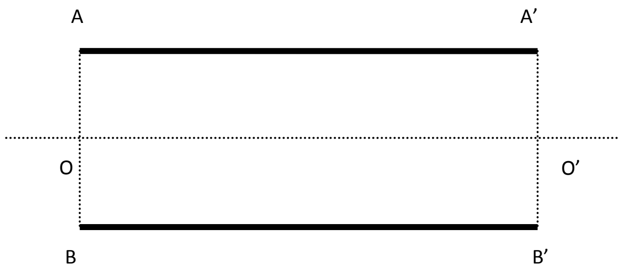
<u>EXERCICE 19</u> : **<u>Déviation d'ions Li^+</u>**

9.1 Une goutte d'huile électrisée de masse m_1= 3,3.10^{-13} Kg est en équilibre entre les plaques horizontales (AA') et (BB') d'un condensateur plan chargé. La charge de la goutte est équivalente à celle de 100 électrons. Le champ électrique $\vec{E}_1$ entre les plaques est uniforme. On donne : g=9,80 m.s^{-2} et e=1,6.10^{-19}C.

9.1.1 Faire un croquis en précisant : les forces appliquées à la goutte, la plaque chargée positivement et le sens de $\vec{E}_1$.

9.1.2 Calculer la valeur E_1 du champ électrostatique $\vec{E}_1$ existant entre les plaques.

9.2 Le condensateur utilisé dans le **9.1** est maintenant placé à l'intérieur d'une enceinte dans laquelle règne le vide. La plaque BB' est maintenant chargée positivement. Un ion Li^+, de masse m_2= 1,15.10^{-26} Kg pénètre en O dans le condensateur, avec une vitesse $\vec{V}_O$ horizontale telle que V_O = 1,80.10^{6}m/s (voir figure)



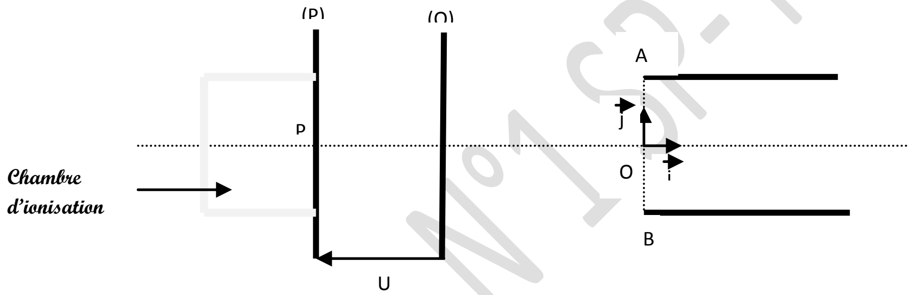
On désigne par O le milieu de AB et par O' le milieu de A'B' ; les plaques (AA') et (BB') sont rigoureusement horizontales. Il existe entre les deux plaques un champ électrostatique uniforme $\vec{E}_2$.

9.2.1 Etablir l'équation de la trajectoire de l'ion Li^+ entre les deux plaques. On négligera le poids de l'ion Li^+ devant la force électrostatique agissant sur l'ion à l'intérieur du condensateur.

9.2.2 La longueur des plaques est L=10,0cm et l'ion Li^+ sort du condensateur en un point I' situé sur A'B' à la distance O'I'=a=4,9mm de O' (O' étant le milieu de A'B'). En déduire la valeur E_2 du champ électrostatique $\vec{E}_2$

9.2.3 A une distance u=25,0cm des deux plaques (AA') et (BB'), on dispose perpendiculairement à l'axe (OO') une plaque photographique sensible aux impacts M des ions Li^+. Calculer l'abscisse X_M des points d'impact des ions sur l'écran.

9.3 Les ions Li^+ sont accélérés par un accélérateur qui peut être schématisé par deux plaques (P) et (Q) (voir figure). Ces ions Li+ sortent de la plaque (P) en P avec une vitesse considérée comme nulle et ils passent à travers (Q) en Q avec la vitesse V_0. On pose V_P-V_Q=U

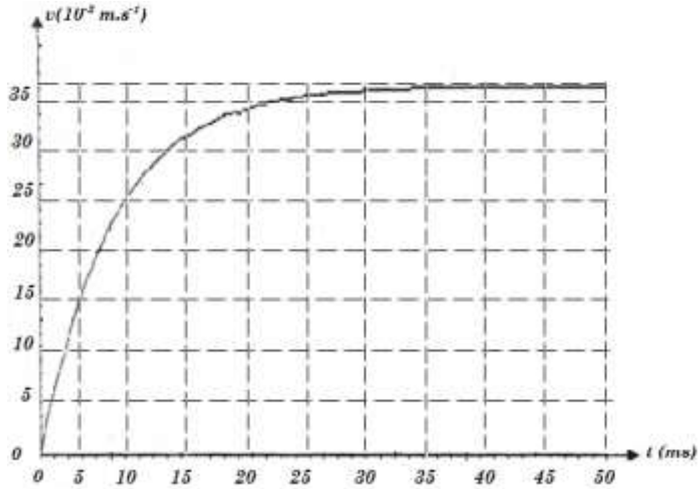


9.3.1 Calculer la tension U.

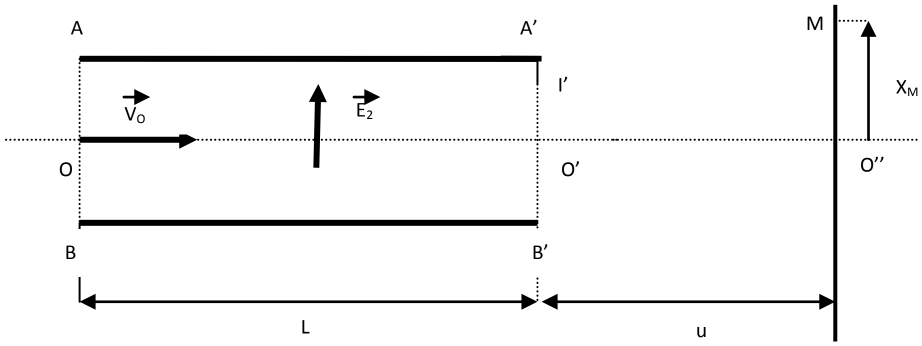
9.3.2 En fait, le lithium naturel contient deux isotopes en proportions inégales dont le nombre de masse est 6 et 7. Existe-il deux points d'impact sur la plaque photographique ? Justifier votre réponse par un calcul.

<u>EXERCICE 20 :</u>

On étudie le mouvement d'une bille en verre de rayon *r*, de masse *m*, tombant sans vitesse initiale dans du glycérol. Sur la bille B s'exerce son poids $\vec{P}$, la force de résistance du fluide $\vec{f}$ et la poussée d'Archimède $\vec{F}$ due également au fluide :



- ✓ La résistance $\vec{f}$ est une force colinéaire et de sens opposé au vecteur vitesse instantanée de la bille, et de valeur $f = 6\pi\eta r v$, relation où *v* représente la valeur de la vitesse instantanée de la bille, *r* son rayon et η une constante caractéristique du fluide (viscosité).
- ✓ La poussée d'Archimède est une force verticale dirigée de bas en haut dont l'intensité est égale au poids déplace par la bille ; soit $F = \rho_g g V_{dépl}$.



On donne : Accélération de la pesanteur g = 9,8 m/s^2 ;

Masse volumique du verre $\rho_{ver} = 2,45\ g.cm^{-3}$;

Masse volumique glycérol $\rho_g = 1,26\ g.cm^{-3}$. Volume d'une sphère de rayon r : $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

1) - Représenter sur un schéma les forces appliquées à la bille à un instant où sa vitesse est v

2) - Montrer, par application de la deuxième loi de newton dans un repère que l'on précisera, que l'équation différentielle du mouvement de la bille s'écrit :

$$\frac{dv}{dt} + \frac{6\pi\eta r}{m}v = g\left(1 - \frac{\rho_g}{\rho_{ver}}\right)$$

3) - Montrer l'existence d'une vitesse limite. Préciser son expression en fonction de η , r , ρ_g , ρ_{ver} , g et m puis en fonction de η , r , ρ_g , ρ_{ver} et g.

4) - Le graphique de la figure ci-dessus représente l'évolution au cours du temps de la vitesse de la bille B abandonnée sans vitesse initiale dans le glycérol.

a) A partir du graphe, déterminer la valeur de la vitesse limite de la bille B. En déduire le rayon de la bille et sa masse

b) Au bout de combien de temps peut on estimer que la bille a atteint sa vitesse limite ?

c) Quelle serait loi de variation de la vitesse de la bille B sans vitesse initiale dans le vide ? Ebaucher sur le graphe la courbe traduisant la variation de cette vitesse en fonction du temps.

SERIE P4 : GRAVITATION UNIVERSELLE

EXERCICE 1 : Maitrise de connaissances

1.1. Enoncer la loi de Newton pour la gravitation.

1.2. Donner, en fonction de K, M_T et r l'expression du champ de gravitation G créé par une masse ponctuelle m en un point A situé à la distance r de la position O de cette masse. Calculer l'altitude h à laquelle le champ gravitationnel a diminué de 1%.

1.3. Donner l'expression du champ de gravitation terrestre G_0 à la surface de la Terre et celle du champ de gravitation terrestre G en un point A situé à l'altitude z de la Terre. Trouver la relation entre G et G_0.…

1.4. Montrer qu'au voisinage de la Terre, à l'altitude h (h << R) que le champ de gravitation terrestre G peut se mettre sous la forme : $G = G_0\,(1-\frac{2h}{R})$

1.5. Montrer que la vitesse V d'un satellite en orbite circulaire autour de la Terre à l'altitude z est constante. Donner l'expression de la vitesse V en fonction de la constante gravitationnelle G, du rayon R de la Terre et de l'altitude z du satellite.

Application : Deux satellites (S_1) et (S_2) en orbite circulaire autour de la Terre ont respectivement pour altitude z_1 et z_2. Lequel des deux satellites a la plus grande vitesse ?

1.6. Etablir la relation de la période de révolution T du satellite. Montrer que : $\frac{T^2}{r^3} = \textbf{constante}$. Calculer T lorsque le satellite gravite à l'altitude h = 300 km.

1.7. Un satellite de masse m décrit une orbite circulaire autour d'une planète de masse M. La période du satellite est T, le rayon de son orbite est r. Donner, en fonction de T, r et de la constante gravitationnelle G, l'expression de la masse M de la planète.

Application : Le satellite et la planète étant respectivement la Lune et la Terre, calculer la masse de la Terre. On donne : $r = 3{,}85.10^5$ km et T = 27,25 jours.

1.8. Qu'est-ce qu'un satellite géostationnaire ? A quelle altitude z_G place-t-on un tel satellite ?

1.9. Un satellite tourne autour de la Terre, sur une orbite circulaire de rayon r, dans le plan équatorial terrestre. La Terre est supposée à symétrie sphérique. Le satellite se déplaçant d'Ouest en Est, quel intervalle de temps Θ sépare deux passages consécutifs à la verticale d'un point donné de l'équateur ? (Θ représente, pour un observateur terrestre situé en un point de l'équateur, la période de révolution du satellite).

1.10. La lune est un satellite « naturel » de la Terre qui gravite autour de cette dernière à une orbite de r_L = 38500km.

a) Déterminer sa période de révolution

b) Sachant que le point d'équigravitation du système Terre-lune est à la distance x = 3828,7km de la Lune, déterminer la masse de la lune et vérifier que ce résultat est conforme à vos connaissances.

EXERCICE 2 : Satellite terrestre et 2^{ième} vitesse cosmique

DONNEES : $K = 6{,}67.10^{-11}$ SI ; go = 9,81 N/Kg ; R = 6370Km ; ho = 500km ; m = 1500Kg ; T' = 100H ; hn = 250Km ; $\omega_T = 7{,}29.10^{-5}$ rad/s ; x = 3800Km ; $r_1 = 42.10^4$ km , h_1 = 3600km

2.1. La terre est assimilée à une sphère de rayon R. Un satellite de masse m, supposé ponctuel décrit une orbite circulaire d'altitude ho autour de la terre.

2.1.1. Montrer que le mouvement du satellite est uniforme.

2.1.2. Montrer que le rapport $\frac{T^2}{r^3} = \textbf{cte}$ où r = R + ho

2.1.3. Calculer la période et l'énergie cinétique du satellite. En déduire la masse de la terre.

2.1.4. Un autre satellite S' de la terre a une période de révolution T'. Déterminer le rayon r' de son orbite.

2.2. Dans un champ de gravitation terrestre, l'expression de l'énergie potentielle du satellite est donné sous la forme : $E_p = -\frac{KMm}{r}$. On Choisi l'infinie comme état de référence de l'énergie potentielle de gravitation.

Exprimer en fonction de go et R, la vitesse qu'il faut communiquer au satellite pour qu'il échappe à l'attraction terrestre. Faire l'application numérique.

2.3 On considère maintenant que le satellite, sous l'influence d'actions diverses, perd de l'altitude à chaque tour. La réduction d'altitude à la fin de chaque tour est supposée égale au millième de l'altitude en début de tour.

2.3.1 Le satellite étant initialement à l'altitude h_1, montrer que dans ces conditions, ses altitudes ultérieures à la fin de chaque tour varient en progression géométrique.

2.3.2 En déduire la valeur n du nombre de tours effectués par le satellite quand il atteint l'altitude hn.

2.4.1. Rappeler la définition d'un satellite géostationnaire et préciser ses caractéristiques.

2.4.2. Ce satellite géostationnaire se déplace vers l'ouest. Déterminer l'intervalle de temps Δt qui sépare deux passages successifs du satellite à la même verticale d'un point donné de l'équateur.

(On rappelle que la terre tourne d'Ouest en Est avec une vitesse angulaire ω_T)

EXERCICE 3 : satellites d'Uranus

Uranus est la 7ème planète du système solaire. Elle a été découverte en 1781 par William Herechelle. Elle fut mieux connue par l'homme grâce à son survol, en 1986, par la sonde Voyager II. Uranus met 84 ans pour faire un tour complet autour du soleil. Les cinq plus gros satellites de la planète Uranus ont été découverts grâce aux observations depuis la terre la terre entre 1787 et 1948. IL s'agit de : Miranda, Ariel, Umbriel, Titania et Obéron.

Le tableau qui suit précise le rayon de la trajectoire de l'orbite décrite par chaque satellite autour d'Uranus et la période de révolution (durée d'un tour autour d'Uranus).

Stellite	Rayon de l'orbite $r(10^6 m)$	Période de révolution T (jour)
MIRANDA	129,8	1,4
ARIEL	191,2	2,52
UMBRIEL	266,0	4,14
TITANIA	435,8	8,71
OBERON	582,6	13,50

Dans tout le tout le problème, on suppose que la répartition de masse des astres est à symétrie sphérique. Les mouvements des différents satellites d'Uranus sont étudiés dans le référentiel « Uranocentrique » supposé galiléen. **On donne : $G = 6{,}67.10^{-11}$SI. On prendra 1 jour= 86400s.**

3.1. On se propose de déterminer la vitesse d'un satellite d'Uranus. On admet que le centre d'inertie du satellite effectue un mouvement circulaire dans le référentiel « Uranocentrique ».

3.1.1. Rappeler la définition d'un référentiel géocentrique. Définir, par analogie, le référentiel « Uranocentrique ». Montrer que le mouvement du satellite est uniforme.

3.1.2. Etablir l'expression de la vitesse V du satellite en fonction du rayon r de sa trajectoire et de sa période T de révolution. Faire l'application numérique pour le satellite Umbriel.

3.2. Dans la suite, on cherche à déterminer la masse M d'Uranus par deux méthodes.

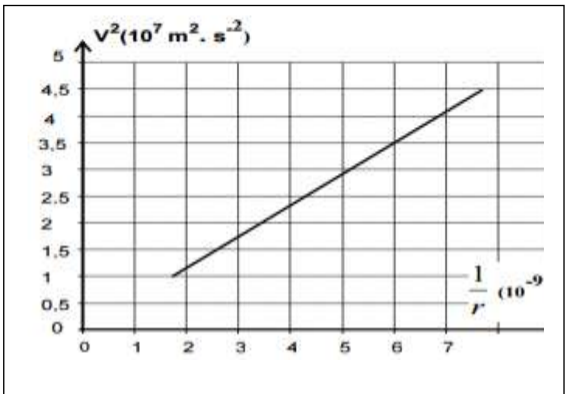
3.2.1. Méthode graphique :

La courbe de la fonction $V^2 = f(\frac{1}{r^2})$ où V est la vitesse du satellite dans le référentiel « Uranocentrique » et r le rayon de l'orbite autour d'Uranus est représentée ci-contre.

3.2.1.1. Etablir l'expression de la vitesse V en fonction de G, M et r.

3.2.1.2. En vous aidant de la courbe, déterminer la masse d'Uranus

On expliquera seulement le mode d'exploitation.



3.2.2. Utilisation de la loi troisième loi de Kepler.

3.2.2.1. Etablir la 3ème loi de Kepler $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$

3.2.2.2. En utilisant les informations données sur les satellites, montrer, au erreurs d'expériences près, que le rapport $\frac{T^2}{r^3}$ est une constante dont on donnera la valeur numérique.

3.2.2.3. En déduire la masse d'Uranus et comparer le résultat avec celui obtenu par la méthode graphique.

Exercice 4 : satellite géostationnaire

6.1. Un satellite tourne autour de la terre dans le plan équatorial. Le rayon de l'orbite est r = 18000 km, il se déplace vers l'Est. On suppose que la période de rotation de la terre sur elle-même est T = 24 h.

6.1.1. Trouver la période du satellite pour un observateur situé à l'équateur (intervalle de temps qui sépare deux passages consécutifs du satellite au dessus du même point de l'équateur).
6.1.2. Trouver la période de rotation du satellite dans le repère géocentrique.
6.1.3. Trouver la vitesse du satellite et son accélération dans le repère géocentrique.
6.2. Un satellite tourne autour de la terre dans le plan équatorial, il se déplace vers l'Est à une altitude h. Le satellite a même vitesse angulaire que la terre lors de sa rotation sur elle-même.
6.2.1. Trouver h. Un tel satellite est dit géostationnaire, justifier ce terme.
6.2.2. Calculer la vitesse du satellite.
6.3. La distance terre - soleil est d = 150.10^6 km. Le mouvement de la terre autour du soleil est supposé circulaire uniforme de période T = 365,25 jours.
6.3.1. Trouver la masse M_S du soleil (on négligera, en étudiant le mouvement de la terre autour du soleil, les effets des autres planètes et des étoiles).
6.3.2. Si la masse du soleil continue à diminuer actuellement de 400.000 t/seconde au bout de combien d'années toute la masse serait-elle théoriquement consommée ?
6.4. Deux planètes tournent autour du soleil. Leurs orbites sont circulaires de rayons respectifs R et R'. Les périodes respectives sont T et T'.
6.4.1. Trouver la relation qui existe entre T, T', R et R'.
On suppose ici que la seule force s'exerçant sur une planète est l'attraction du soleil.
6.4.2. Une année - Jupiter est 12 fois plus longue qu'une année – terrestre.
Trouver la distance Jupiter – soleil en fonction de la distance d entre le soleil et la terre.
Comparer les vitesses de rotation de la terre W_T à celle de Jupiter W_J autour du soleil.

Exercice 5 : satellites Jupiter

On se propose de déterminer la masse de Jupiter en étudiant le mouvement de ses principaux satellites : Io, Europe, Ganymède, Callisto.

7.1. Le mouvement d'un satellite, de masse m, est étudié dans un repère considéré comme galiléen, ayant son origine au centre de Jupiter et ses axes dirigées vers des étoiles lointaines, considérées comme fixes. On supposera que Jupiter et ses satellites ont une répartition de masse à symétrie sphérique. Le satellite se déplace sur une trajectoire circulaire, à la distance r du centre de Jupiter.
7.1.1. Déterminer la nature de son mouvement, puis sa vitesse v en fonction de r de la masse M de Jupiter et de G, constante de gravitation universelle.
7.1.2. En déduire l'expression de la période de révolution T du satellite.
7.1.3. Montrer que le rapport $\frac{T^2}{r^3}$ est contant (3e loi de Kepler).
7.2. Les périodes de révolutions et les rayons des orbites des quatre principaux satellites de Jupiter ont été déterminés et ont les valeurs suivantes :

	Io	Europe	Ganymède	Callisto
T (en heures)	42,5	85,2	171,7	400,5
r (en 10^3km)	422	671	1070	1883

7.2.1. Tracer la représentation graphique donnant les variations de T^2 en fonction de r^3.
Echelle : 1cm → 10^{11} s^2 ; 1cm → 4.10^{26} m^3. Conclure.
7.2.2. En reliant ces résultats à ceux du 1) c), déterminer la masse M de Jupiter.

EXERCICE 6 :

Données numériques :

- Masse de la Terre M= 6.10^{24} kg ; Rayon de la Terre R = 6400km.
- Constante de la gravitation universelle G = $6,67.10^{-11}$ $N.m^2.kg^{-2}$
- Période de rotation de la Terre (dans le référentiel géocentrique) T_0 = 864164s

9.1. Satellites sur Terre :

9.1.1. Un satellite S_1 considéré ponctuelle de masse m est au repos sur Terre en un point de latitude λ. Quel est son mouvement dans le référentiel galiléen géocentrique ?

9.1.2. Exprimer sa vitesse V_0 et son énergie cinétique E_{c_0}, dans le référentiel géocentrique, en fonction de m, R, T_0 et λ.

9.1.3. En déduire l'expression de l'énergie mécanique totale E_0 sachant que l'expression de l'énergie potentielle de gravitation est $E_P = -\frac{GmM}{r}$. A.N : m = 800kg et l'altitude $\lambda = 40°$. Calculer les valeurs de V_0 ; E_{c_0} et E_0.

9.2. Satellite sur orbite circulaire

Le satellite S_1 est maintenant sur orbite circulaire autour de la Terre.

9.2.1. Etude générale

9.2.1.1. Faire l'étude du satellite dans le référentiel géocentrique et déterminer la relation entre le rayon r de l'orbite, la vitesse V du satellite et g_0 le champ de gravitation à la surface de la Terre.

9.2.1.2. Déduire l'expression de la période T de révolution en fonction du rayon r, g_0 et R.

9.2.1.3. Exprimer l'énergie cinétique Ec. En déduire l'expression de l'énergie totale E en fonction de m, r g_0 et R.

9.3. Orbite circulaire rasante

Le satellite est d'abord envoyé sur une orbite basse de rayon r_1. L'altitude z_1, de l'ordre de quelques centaines de kilomètres, est très faible devant le rayon R de la Terre. On peut donc considérer $r_1 \approx R$(orbite rasante)

9.3.1. Donner l'expression de sa vitesse V_1 ($1^{ère}$ vitesse cosmique) en fonction de g_0 et R.

9.3.2. Donner l'expression de la période T_1 et de l'énergie mécanique totale E_1.

9.3.3. Calculer g_0, V_1, T_1 et E_1.

9.3.4. Exprimer l'énergie ξ qu'il a fallu fournir au satellite, initialement au repos sur la Terre à la latitude λ, pour le mettre sur orbite rasante. Cette énergie dépend-elle du point de lancement sur la Terre ? où sont situés les bases de lancement les plus favorables du point de vue énergétique ?

9.4. Orbite circulaire géostationnaire

Le satellite est ensuite envoyé sur l'orbite géostationnaire de rayon r_2.

9.4.1. Qu'est-ce qu'un satellite géostationnaire ? En déduire la valeur de sa période de révolution T_2 dans le référentiel géostationnaire.

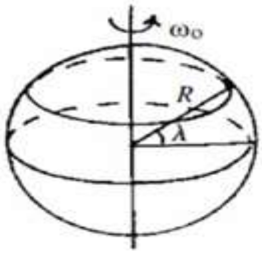
9.4.2. Exprimer et calculer le rayon r_2 et l'altitude z_2 du satellite géostationnaire.

9.4.3. Exprimer et calculer la vitesse V_2 et l'énergie E_2 du satellite géostationnaire.

9.4.4. Un autre satellite S_2 de masse $m_2 = 10^3$kg est en orbite circulaire autour de la Terre de rayon r' = 20000 km dans le plan équatorial. A t = 0s les satellites S_1 et S_2 sont sur la même verticale ‘’ cote à cote’’ et évoluent dans le même sens.

9.4.4.1. Calculer sa vitesse angulaire ω'

9.4.4.2. Calculer l'intervalle de temps minimal τ où les deux satellites se retrouvent de nouveau sur une même verticale ‘’ côte à côte’’ (pas nécessairement la même verticale qu'à t = 0).



EXERCICE 7 : Satellites marsostationnaires

10.1. Etablir l'expression du champ g d'un astre en fonction du champ g_0 sur sa surface, de son rayon R et de son altitude z.

10.2. On considère des satellites Martiens (satellites autour de la planète Mars):

10.2.1. Pour une trajectoire circulaire, Etablir l'expression de la vitesse d'un satellite Martien évoluant à une altitude z au-dessus de la surface de Mars.

10.2.2. En déduire l'expression de la période de révolution T du satellite.

10.2.3. En déduire la troisième loi de Kepler.

10.3. Si un jour des hommes vivront sur Mars, il leur faudra aussi des satellites « marsostationnaires » pour diffuser leur programme de télévision.

10.3.1. Calculer l'altitude d'un satellite marsostationnaire, c'est à dire un satellite qui évolue constamment au-dessus d'un même point sur Mars.

EXERCICE 8 : Le point de Lagrange L_1

La sonde spatiale SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) est un satellite qui a été mise en orbite par le fusée ATLAS II. Elle a pour mission d'étudier la structure interne du soleil, la chaleur de son atmosphère et les origines du vent solaire. Dans ce qui suit, on étudie le mouvement de la sonde.

1. Au décollage, le mouvement de la fusée ATLAS II est étudié dans le référentiel terrestre supposé galiléen. La fusée et son équipement (y compris la sonde) ont une masse M = 850 tonnes supposée constante durant le décollage. La force de poussée $\vec{F}$ générée par les propulseurs de la fusée a une intensité égale à 16.10^6 N durant la phase de décollage.

1.1 Déterminer la valeur algébrique de l'accélération du centre d'inertie de la fusée durant le décollage sachant que le repère d'espace choisi est l'axe vertical (OZ) orienté vers le haut et que le centre d'inertie de la fusée est initialement confondu avec l'origine O.

1.2 Etablir la loi horaire de son altitude z(t) durant cette phase. Calculer l'altitude à la date t = 15s.

2. Le soleil, de centre S et de masse M_s et la Terre de centre T et de masse M_T, son considérés comme des astres présentant une répartition de masse à symétrie sphérique. On admet que Terre décrit autour du soleil, d'un mouvement uniforme, une orbite circulaire de centre S et de rayon d. Sa période de révolution est de 365,25 jours.

2.1 On suppose que la Terre ne subit que l'action du soleil. Exprimer la vitesse angulaire de la Terre sur son orbite en fonction de G, M_S et d.

2.2 En déduire la valeur de la masse M_S du soleil.

3.3 Le satellite SOHO, assimilé à un point matériel P de masse m, est placé à un endroit très particulier du système solaire, le point de Lagrange L_1, situé à la distance l du centre de la Terre. Il décrit autour du soleil, d'un mouvement uniforme, une orbite circulaire de rayon b = d – l. Les centres de S, P et T son constamment alignés.

2.3.1 A quelle vitesse angulaire SOHO tourne-t-il autour du soleil ? Justifier la réponse.

2.3.2 Faire l'inventaire des forces qui agissent sur le satellite P. Les représenter sur un schéma.

2.3.3 En appliquant le théorème du centre d'inertie au satellite et en tenant compte du résultat obtenu à la question 3.2.1), établir la relation entre d, l et le rapport des masses $\frac{M_T}{M_S}$

2.3.4 Tenant compte du fait que le point de Lagrange L_1 est situé beaucoup plus près du centre de la Terre que de celui du Soleil, on peut faire l'approximation $\frac{l}{d} \ll 1$ et $(1 + \varepsilon)^n = 1 + n\varepsilon$

- Etablir la relation : $(\frac{l}{d})^3 = \frac{M_T}{3M_S}$

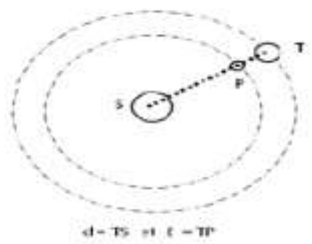
- Calculer la distance l situant le point de Lagrange à la Terre.

3.3 Quel est l'avantage d'un satellite comme SOHO par rapport à des observatoires terrestres ?

3.4 D'après un article extrait d'un hebdomadaire de vulgarisation scientifique ‘' SOHO est le premier observatoire spatial à être placé à un endroit très particulier du système solaire, le point de Lagrange L_1 du nom d'un mathématicien français qui en a découvert l'existence…A cet endroit précis où l'attraction du soleil équilibre très exactement l'attraction de la Terre, le satellite spatial peut observer le soleil 24h sur 24.

L'information fournie par cet article selon SOHO est situé à un endroit précis où l'attraction du soleil équilibre très exactement l'attraction de la Terre est-elle compatible avec le mouvement circulaire uniforme de SOHO autour du soleil ? Justifier la réponse.

Données : masse de la Terre $M_T = 5{,}98.10^{24}$ kg ; distance Terre-Soleil $d = 1{,}50.10^8$ km ; constante de gravitation $G = 6{,}67.10^{-11}$ N.m^2.kg^{-2} ; intensité du champ de gravitation terrestre au sol $g_0 = 9{,}80$m.s^{-2}



EXERCICE 9 :

La terre est assimilée à une sphère homogène de centre O, de masse M et de rayon R. Le champ de gravitation crée par la terre en tout point A de l'espace situé à une distance r du point O est :

$$\vec{g} = -\frac{GM}{r^2}\vec{u}, \quad \vec{u} = \frac{\overrightarrow{OA}}{\|\overrightarrow{OA}\|}.$$

1) Un satellite (S) de masse m décrit un mouvement uniforme une orbite circulaire de rayon r autour de la terre.

Le mouvement est rapporté au repère géocentrique et on suppose que S est soumis à la seule action du champ de gravitation terrestre.

1.1 Exprimer la vitesse v de (S) en fonction de l'intensité g_0 du champ de gravitation au sol, de R et de r.

1.2 En déduire l'expression de la période T du mouvement. Calculer T.

On donne R = 6400km ; g_0 = 9,8m/s^2 ; r = 8000km.

1.3 A partir du travail élémentaire, dw = $\vec{F}.\overrightarrow{dr}$ de la force de gravitation exercée par la terre sur le satellite

1.3.1 Montrer que le travail de cette force, lors du déplacement du sol jusqu'à l'orbite de rayon r est donné par : W = $mg_0R^2(\frac{1}{r} - \frac{1}{R})$

1.3.2 En déduire l'expression de l'énergie potentielle du système terre-satellite en fonction de g_0, m, r, et R. On choisira le niveau du sol comme état de référence pour l'énergie potentielle

1.3.3 Exprimer l'énergie cinétique de (S) en fonction de g_0, m, r, et R. En déduire l'expression de l'énergie mécanique E.

1.4 Il se produit unes faible variation *dr* du rayon r, telle que la trajectoire puisse toujours être considérée comme circulaire.

1.4.1 Exprimer la variation *dv* de la vitesse qui en résulte et montrer que : $dv = -\frac{\pi}{T}dr$

1.4.2 La variation dr est en réalité due au travail $dw_{\vec{f'}}$, des forces de frottement exercées par les couches raréfiées de l'atmosphère pendant le déplacement. Du signe de ce travail, déduire l'effet de ces forces sur l'altitude et la vitesse de (S)

EXERCICE 10 : G_o= 9,8m.s^{-2} ; R_T = 6400km

Un satellite artificiel, assimilé à un point matériel de masse m_s, décrit une orbite circulaire autour de la Terre, laquelle présente une répartition de masse sphérique, à l'altitude h = 400km. On notera K, la constante de gravitation universelle.

1) Exprimer l'intensité du champ de gravitation terrestre G(h) en fonction de m_T, R_T, h et K puis en fonction de R_T, h et G_o (G_o étant l'intensité du champ de gravitation terrestre au sol)

2) Montrer que le mouvement du satellite dans le référentiel géocentrique est uniforme.

3) En déduire l'expression de la vitesse V_S du satellite en fonction de R_T, h et G_o puis celle de sa période de révolution T_S. Faire les applications numériques

4) METEOSAT-8 : un satellite géostationnaire

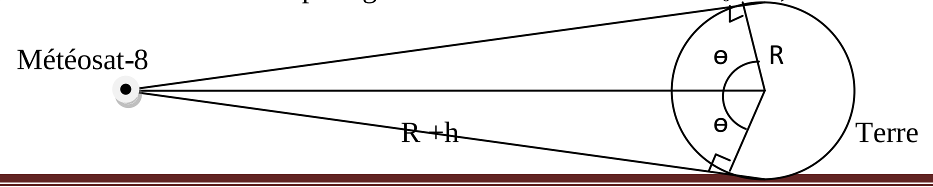
a) Préciser les conditions à remplir par METEOSAT-8 pour qu'il soit géostationnaire.

b) En déduire, pour METEOSAT-8, la valeur de r rayon de son orbite puis celle de son altitude h. On prendra :; R_T=6400km pour ces deux questions.

c) Calculer la fraction f de la surface terrestre couverte par le faisceau électromagnétique envoyé par Météosat-8.

d) Dire si les observations faites par Météosat-8 concernent toujours la même zone de la Terre ou non.

On donne :- La surface S de la calotte sphérique de rayon R, vue sous l'angle 2Θ depuis le centre de la Terre est donnée par : S = 2πR^2 (1 – cos Θ). - Rayon terrestre R= 6400 km; période de rotation de la Terre sur elle-même T_t = 8,6.10^4 s - Valeur du champ de gravitation terrestre au sol : G_0 = 9,8 S.I- Masse de la terre : m_T = 5,98.10^{24}kg



EXERCICE 11 :

Dans le référentiel géocentrique un satellite évolue sur une orbite circulaire de rayon r_1=20000km dans le plan équatorial terrestre. Il se déplace d'Ouest en Est. La période du mouvement de rotation de la terre dans ce référentiel terrestre est T = 86164s.

1) Montrer que le mouvement du satellite est uniforme.

2) Etablir l'expression puis calculer la vitesse du satellite dans le référentiel géocentrique.

3) En déduire l'expression de la période du mouvement du satellite puis la calculer.

4) Quel devrait être le rayon r_1' de l'orbite du satellite pour qu'il soit géostationnaire ?

5) Quelle est, pour un observateur terrestre, la période de révolution du satellite évoluant sur l'orbite de rayon r_1=20000Km.

6) Un autre satellite évolue dans le plan équatorial terrestre sur une orbite de rayon r_2=18000km dans le même sens que le premier. A l'aide d'un schéma, indiquer les positions des deux satellites quand leur distance est minimal. Ce rapprochement entre les deux satellites se répète périodiquement. Calculer la période de ces rapprochements.

EXERCICE 12 :

La terre est assimilée à une sphère de rayon R =6370km animée d'un mouvement de rotation uniforme autour de la ligne des pôles. A la surface de la terre, l'intensité du champ de gravitation est G_o==9,8N.kg^{-1}.

1) Un satellite, assimilé à un point matériel, décrit une orbite circulaire située dans le plan équatorial à une altitude de 400km.

a) Montrer que le mouvement du satellite est uniforme dans le repère géocentrique supposé galiléen.

b) Déterminer dans le même repère : La vitesse linéaire V du satellite et la période T et la vitesse angulaire ω_S u mouvement du satellite.

2) La rotation de la terre s'effectue d'Ouest en Est et sa vitesse angulaire dans le repère géocentrique est ω_T = 7,29.10^{-5} rad.s^{-1}.

Déterminer l'intervalle de temps qui sépare deux passages successifs du satellite à la verticale d'un point donné de l'équateur dans les cas suivants :

–Le satellite se déplace vers l'EST.

–Le satellite se déplace vers l'Ouest.

3) Un satellite géostationnaire reste en permanence à la verticale d'un même point du globe et son orbite est dans le plan équatorial.

a) Quelle est la vitesse angulaire de ce satellite dans le repère géocentrique.

b) Calculer le rayon de son rayon orbite et l'altitude à laquelle il gravite.

EXERCICE 13 :

La Terre est assimilée à une sphère de rayon R. Un satellite de masse m, supposé ponctuel décrit une orbite circulaire d'altitude h autour de la Terre.

1) Montrer que le mouvement du satellite est uniforme.

2) Donner l'expression du champ de gravitation g de la Terre en un point A à l'altitude h en fonction de sa valeur g_0 au sol, de R et de h.

3) Déterminer pour le satellite l'expression de sa période et celle de énergie cinétique en fonction de g_0,R ,h et m. Faire l'application numérique : m = 1024kg ; R = 6400km ; h = 400km ;g_0 = 9,81N/kg

4) La lune est un satellite « naturel » de la Terre qui gravite autour de cette dernière à une orbite de r_L = 38500km.

a)Déterminer sa période de révolution et vérifier que ce résultat est conforme à vos connaissances.

b) Sachant que le point d'équigravitation du système Terre-lune est à la distance x = 3828,7km de la Lune, déterminer la masse de la lune.

EXERCICE 14 :

1) Etablir l'expression du champ g d'un astre en fonction du champ g_0 sur sa surface, de son rayon R et de son altitude z.

2) On considère des satellites Martiens (satellites autour de la planète Mars):

a) Pour une trajectoire circulaire, Etablir l'expression de la vitesse d'un satellite Martien évoluant à une altitude z au-dessus de la surface de Mars.

b) En déduire l'expression de la période de révolution T du satellite.

c) En déduire la troisième loi de Kepler.

3) Si un jour des hommes vivront sur Mars, il leur faudra aussi des satellites « marsostationnaires » pour diffuser leur programme de télévision.

a) Calculer l'altitude d'un satellite marsostationnaire, c'est à dire un satellite qui évolue constamment au-dessus d'un même point sur Mars. On donne : la masse de Mars = $6,421.10^{23}$kg, son rayon = 3397,2km et sa période de rotation =24,62j.

b) Quelle serait la vitesse linéaire d'un satellite constamment à une altitude deux fois plus grande?

c) Quelle autre condition doit être remplie pour que le satellite puisse être marsostationnaire.

EXERCICE 15 :

Saturne est assimilable à un corps à répartition sphérique de masse, de rayon R_{Sat} = 57 500km et de masse $M_{Sat} = 5,69.10^{26}$kg.

1- Ecrire l'expression littérale de la valeur g_{oSat} du champ gravitationnel à la surface de Saturne.

2- Calculer cette valeur. La comparer à la valeur du champ gravitationnel créé par la Terre sur le sol terrestre.

3- La distance minimale entre les centres de ces planètes est voisine de $D = 1,200.10^9$km. Evaluer le champ gravitationnel créé par saturne au centre de la Terre pour cette distance.

4- Etablir l'expression de l'énergie potentielle de gravitation du système formé par Saturne et un satellite de masse m gravitant autour de Saturne à l'altitude h. On prendra l'état de référence de cette énergie lorsque le satellite est infiniment éloigné de la planète.

5 Donner la valeur de la vitesse de libération V_L sur Saturne.

Données : la constante universelle de la gravitation $G = 6,67.10^{-11}N.m^2.kg^{-2}$ g_{0T} = 9,8 SI.

EXERCICE 16 :

La constante de gravitation universelle est $G = 6,67.10^{-11}N.m^2.kg^{-2}$ .On considère une planète p de masse M. Le mouvement de l'un de ses satellites S assimilable à un point matériel, de masse m, est étudié dans un référentiel considéré comme galiléen, muni d'un repère dont l'origine coïncide avec le centre O de la planète P et les trois axes dirigés vers trois étoiles fixes. On admet que la planète a une distribution de masse à symétrie sphérique et que l'orbite de son satellite est un cercle de centre O et de rayon r.

1. Donner les caractéristiques de la force de gravitation exercée par la planète P sur le satellite S. faire un schéma.
2. Donner l'expression du vecteur champ de gravitation créé par la planète P au point où se trouve le satellite S. Représenter le vecteur champ sur le schéma précédent.
3. Déterminer la nature du mouvement du satellite S dans le référentiel d'étude précisé.
4. Exprimer le module de la vitesse linéaire V et la période révolution T du satellite S en fonction de la constante de gravitation G, du rayon r de la trajectoire du satellite et de la masse M de la planète P. Montrer que le rapport r^3/T^2 est une constante.
5. Sachant que l'orbite de satellite S a un rayon r = 185500km et que la période de révolution T = 22,6 heures, déterminer la masse M de la planète P.
6. Un autre satellite S' de la planète P a une période de révolution T' = 108,4 heures. Déterminer le rayon r' de son orbite.

EXERCICE 17 :

Les trois parties sont indépendantes :

« Depuis plus d'un moi, la sonde Mars Pathfinder et son robot Sojourner envoient quotidiennement vers la terre les dernières nouvelles de Mars. Pour la Nasa, le succès de cette mission avant toute technologie est total. Reste maintenant à dépouiller les données scientifiques collectées par les chercheurs et surtout à interpréter les images du splendide panorama Ares Vallis que Mars Pathfinder nous a offertes ». *Extrait de la revue Ciel et Espace*

Données :masse du Soleil $M_S = 2.10^{30}kg$; masse de Mars $M_M = 6,5.10^{23}kg$; rayon de Mars: $R_M = 3400km$;

Période de révolution de Mars autour du soleil $T_M =$ 687jours terrestre; Constante universelle de gravitation $k = 6,67.10^{-11}SI$. On observe que la planète Mars décrit autour du soleil une orbite circulaire de rayon r d'un mouvement uniforme à la vitesse v. On admet que la planète Mars et le Soleil ont une répartition de masse à symétrie sphérique. On note T_M la période de révolution de la planète Mars autour du soleil.

1.

1.1 Préciser par rapport à quel référentiel le mouvement de Mars est ainsi décrit.

1.2 Exprimer la norme du vecteur accélération $\vec{a}$ de Mars en fonction de v et de r, puis de r et T_M.

1.3 Exprimer la valeur de la force F que le Soleil exerce sur Mars en fonction de $r, M_s\ et\ M_M$.

1.4 En appliquant la relation fondamentale de la dynamique à la planète Mars, montrer que :

$$\frac{T_M^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM_S}\,(3^{\text{ème}} loi\ de\ Képler)$$

1.5 Déduire des relations ci-dessus et des données, les valeurs numériques de $r, F, v\ et\ a$.

2. La planète Mars possède un satellite naturel nommé Phobos qui est en mouvement circulaire uniforme à une altitude

$h = 6000km$ au-dessus de la planète. En appliquant la troisième loi de Kepler à Phobos en orbite autour de la planète Mars, calculer la valeur de la période de révolution de Phobos autour de la planète. On exprimera ce résultat en secondes, puis en heures et minutes.

3. La sonde Pathfinder a mesuré à la surface de mars un champ de gravitation de valeur moyenne 3,8 $N.kg^{-1}$.

3.1 Montrer que cette valeur numérique est celle que prévoit la loi de gravitation universelle.

3.2 Sur Terre, la valeur du champ de gravitation est 9,8 Nkg^{-1}. Indiquer si la période d'un pendule simple prend une valeur différente sur Mars. Dans l'affirmative, si la valeur est $T_0 = 1s$ sur Terre, calculer la période sur Mars. Même question pour un pendule élastique.

<u>EXERCICE 18 :</u>

On se propose de déterminer la masse M de la terre par deux méthodes différentes. Dans tout l'exercice on admet :

-la Terre présente une répartition de masse à symétrie sphérique ;

-on peut confondre le champ gravitationnel de la Terre et le champ de pesanteur terrestre noté $\vec{g}$;

-les satellites artificiels de la Terre sont considérés comme ponctuels.

Données : G: Constante universelle de gravitation $G = 6{,}67.10^{-11}m^3.kg^{-1}.s^{-2}$.Rayon de la Terre $R = 6400km$

g_0 Champs de pesanteur à la surface terrestre : $g_0 = 9{,}80m.s^{-2}$.

1. Etude préliminaire

On considère au point O une masse ponctuelle M et au point A une masse ponctuelle m. La distance OA est notée $r = OA$.

a. Donner l'expression vectorielle de la force gravitationnelle $\vec{F}$ exercée par la masse M sur la masse m. On pourra définir le

vecteur unitaire $\vec{u}$ tel que $\overrightarrow{OA} = r\,\vec{u}$. Représenter $\vec{F}$ sur le schéma 1.

b. Définir le champ de gravitation $\vec{g}(A)$ crée par la masse M au point A ; en déduire son expression vectorielle en fonction des

données et le représenter sur le schéma 1.

2. Etude du champ de pesanteur : On assimile la Terre à une sphère de centre O, de rayon R et de masse M.

a. Donner l'expression vectorielle littérale du champ de gravitation $\vec{g}(A)$ au point A situé à l'altitude h en fonction de

$G, R, h, M\ et\ \vec{u}$. Représenter $\vec{g}(A)$ sur le schéma 2.

b. En admettant que dans le référentiel terrestre, on peut confondre le champ de gravitation $\vec{g}$ et le champ de pesanteur $\vec{g}$,

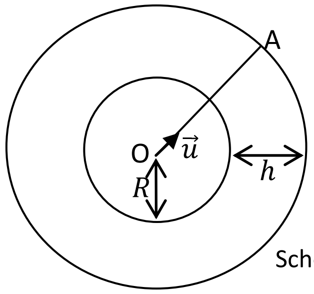
exprimer $\overrightarrow{g_0}$ en fonction de $G, R, M\ et\ \vec{u}$. Représenter $\overrightarrow{g_0}$ sur le schéma. En déduire l'expression de M en fonction de $G, R\ et\ g_0$. Calculer numériquement M. (Cette méthode correspond à la première détermination de M).

3. Etude des trajectoires des satellites :

Le tableau suivant donne les caractéristiques des orbites de Météostat et de Spot,

satellite artificiel de la Terre.

	Satellite n°1 (Météostat)	Satellite n°2 (spot)
Période T (mn)	$1{,}43.10^3$	101
Rayon de l'orbite r (km)	$4{,}21.10^4$	$7{,}20.10^3$



Schéma

a) Calculer pour chacun des satellites le rapport $\frac{T^2}{r^3}$. Que remarquez-vous ?

b) Etablir que dans le référentiel géocentrique, le mouvement d'un satellite terrestre de masse m en orbite circulaire est uniforme. Donner l'expression de la valeur v en fonction $G, M\ et\ r$.

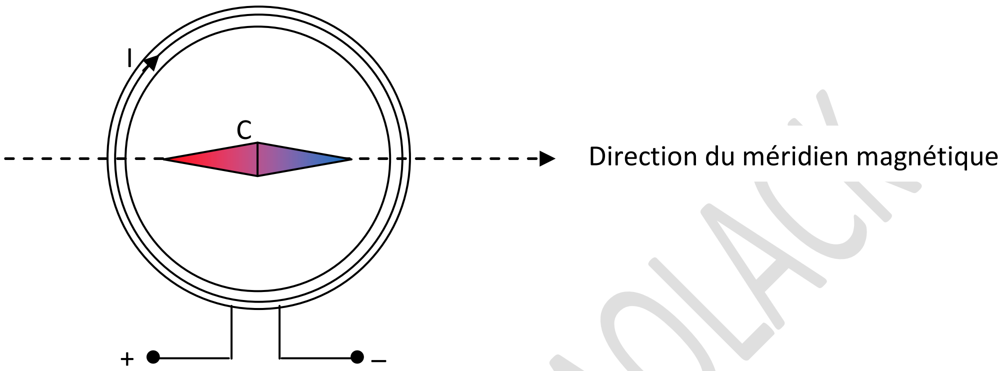
c) dans le cas des satellites terrestre, montrer que le rapport $\frac{T^2}{r^3}$ peut s'écrire sous forme $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$. Quel nom donne-t-on à cette loi ?

d) Montrer que l'on peut en déduire une valeur de la masse M de la terre. Comparer les résultats par ces deux méthodes

SERIE P5 : GENERALITES SUR LES CHAMPS MAGNETIQUES-CHAMPS MAGNETIQUES DES COURANTS

EXERCICE 1 :

On dispose une bobine plate, parallèlement au plan du méridien magnétique. Au centre C de cette bobine, une petite aiguille aimantée, mobile autour d'un axe vertical, se déplace au-dessus d'un cadran gradué en degré.



En l'absence de courant dans le circuit, l'aiguille se trouve dans le plan méridien magnétique, en face de la graduation zéro. Lorsque le circuit est parcouru par un courant, il créé en son centre C un champ magnétique $\vec{B}$: on observe alors une rotation de l'aiguille qui s'immobilise après un déplacement d'un angle α par rapport à sa direction initiale.

1.1. Sur un schéma en vue de dessus, préciser la direction et le sens du champ $\vec{B}$ créé par la bobine, en son centre du fait du passage du courant. Sur ce schéma, représenter toujours en C :

- le vecteur champ magnétique terrestre $\vec{B}_h$ (sa partie horizontale) ;
- le vecteur champ magnétique $\vec{B}_T$ total.

Remarque : les longueurs de $\vec{B}$ et de $\vec{B}_h$ seront choisies arbitrairement.

1.2. En déduire une expression entre l'angle α, B et B_h.

1.3. On fait varier l'intensité I du courant dans la bobine et on mesure la déviation α de l'aiguille aimantée. On obtient les résultats suivants :

I (A)	2	1,6	1,2	0,8	0,4
α (°)	70	65	58	47	28

Représenter le graphe $I = f(\tan\alpha)$.

1.4. Sachant que en C, l'intensité de B s'exprime par : $B = \mu_0 \dfrac{NI}{2R}$ où N est le nombre de spires et R le rayon de chaque spire, déduire des études précédentes la valeur de la composante horizontale B_h du champ magnétique terrestre.

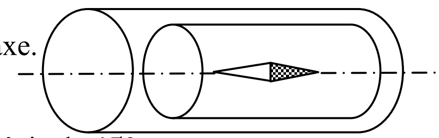
Données : $N = 5\,\text{spires}$; $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}\,H.m^{-1}$; $R = 0{,}12\,m$.

EXERCICE 2 :

On dispose de deux solénoïdes, le premier (S_1) de longueur $25\ cm$, comporte $100\ spires$; le second (S_2) de longueur $1\ m$, comporte $80\ spires$.

2.1 Quel est le champ magnétique produit au centre du solénoïde (S_1) par un courant d'intensité *I* ?
Faire un dessin montrant le sens du courant et l'orientation du champ magnétique produit.

2.2 Une aiguille aimantée est placée à l'intérieur du solénoïde (S_1), au voisinage de l'axe qui est perpendiculaire au méridien magnétique. Quelle est l'intensité du courant que l'on devra faire passer pour que l'aiguille dévie de 60° ?



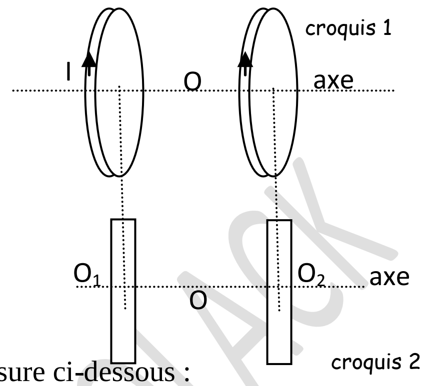
2.3 On place maintenant les deux solénoïdes de façon qu'ils aient le même axe.
Cet axe commun est perpendiculaire au plan du méridien magnétique.
Les deux appareils sont placés en série dans un circuit.
Le même courant les traversant donc ; on constate que l'aiguille aimantée dévie de 45°.

Trouver la valeur de l'intensité du courant si :
- Les sens des courants sont les mêmes dans les deux bobines ;
- Les sens des courants sont opposés dans les deux bobines.

On donne : la composante horizontale du champ magnétique terrestre : $\boldsymbol{B_H = 2.10^{-5}\,T}$ **.**

EXERCICE 3 :

On étudie le champ crée par les bobines d'Helmholtz.
Ce sont deux bobines plates circulaires, identiques de même axe, de centre O_1 et O_2, de rayon R, comportant chacune N spires.
On désigne par O le milieu de O_1O_2. On donne R = 6,5 cm ; N = 100 spires.



3-1 Les deux bobines sont traversées par des courants de même sens et de même intensité I.

3-1-1 Recopier le croquis (2) et représenter le vecteur champ magnétique $\vec{B}$, créé par les bobines au point O. Justifier la représentation

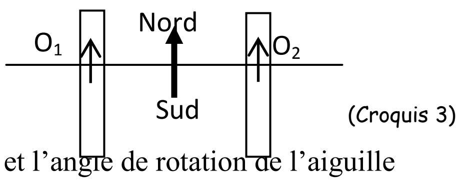
3-1-2 On fait varier l'intensité I du courant, et on mesure à chaque fois la valeur du champ magnétique B en O . On obtient le tableau de mesure ci-dessous :

I(A)	0 ,20	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
B(mT)	0,28	0,69	1,1	1,4	2,1	2,7	3,5	3,9

Tracer la courbe B = f(I) avec les échelles suivantes : **1cm pour 0,4mT ; 1cm pour 0,25A.**
Déduire de l'allure de la courbe, la relation entre B et I.

3-2 Dans le vide, la valeur du champ magnétique résultant créé par les bobines en O est donnée par la relation $B = 0{,}72\mu_0\dfrac{NI}{R}$; En utilisant la relation obtenue précédemment, déterminer la valeur de μ_0.

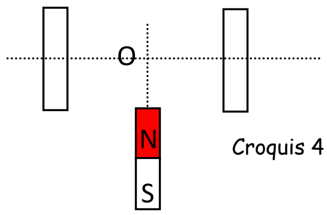
3-3 Au point O, on place une aiguille aimanté, mobile autour d'un pivot vertical. En l'absence du courant dans les bobines, l'aiguille s'oriente comme l'indique le croquis (3). L'axe de l'aiguille est alors parallèle au plan des bobines.



La valeur de la composante horizontale du champ magnétique terrestre est $B_H = 2.10^{-5}$ T. On fait passer dans les bobines un courant d'intensité I = 50mA, l'aiguille dévie de α .

3-3-1 Faire un schéma en indiquant clairement le sens du courant dans les bobines, les vecteurs champs magnétiques au point O et l'angle de rotation de l'aiguille aimantée.

3-3-2 Déterminer l'angle de rotation de l'aiguille aimantée.



3-4 Sans modifier la valeur de l'intensité du courant traversant les bobines (I = 50mA), on place un aimant droit suivant une direction perpendiculaire à O_1O_2 et confondue avec la direction initiale de l'aiguille (croquis 4). L'aiguille accuse une déviation α =45° par rapport à sa position en l'absence de courant.
Préciser les caractéristiques du vecteur champ magnétique créé en O par l'aimant.

EXERCICE 4 :

4.1 En un point O de l'espace se superposent deux champs magnétiques B_1 et B_2, crées par deux aimants droits identiques dont les directions sont perpendiculaires.

4.1.1 Dans le cas de la figure 1, on a $OA_1 = OA_2 = d$ et les champs créés par deux aimants N_1S_1 *et* N_2S_2 ont la même intensité $B_1(O) = B_2(O) = 5.10^{-3}T$. Donner les caractéristiques du vecteur champs $\vec{B}$ (O) au point O.

4.1.2 On inverse les pôles de l'aimant N_2S_2 et on maintient $OA_1 = OA_2 = d$. Donner les caractéristiques du vecteur champ $\vec{B}'$(O) au point O.

4.2 Dans le champ terrestre, deux solénoïdes S_1 *et* S_2 identiques sont disposés de façon que leurs axes soient horizontaux et perpendiculaires. Le point d'intersection O de ces axes est situé à égale distance des faces les plus proches des deux solénoïdes et l'axe de S_1 étant orienté suivant la direction sud-nord magnétique (figure 2).
En ce point O, est placée une aiguille aimantée mobile sur pivot vertical. Ces solénoïdes peuvent être parcourus par des courants d'intensités respectives I_1 *et* I_2.

4.2.1 Si on prend $I_1 = 0\ Ampère$ et on donne à I_2 une valeur et un sens de tel sorte que l'axe SN de l'aiguille aimanté fasse à l'équilibre un angle $\alpha = 60°$ avec l'axe du solénoïde(S_1), préciser les caractéristiques du champ $\overrightarrow{B_2}$ créé par le solénoïde (S_2) en O.

4.2.2 On maintient dans (S_2) le courant précédent (même intensité et même sens). On lance dans (S_1) un courant de même intensité et même sens tel que A_1 soit une face sud. Préciser la nouvelle orientation de l'aiguille.

<u>**On donne**</u> : $B_H = 2.10^{-5}T$.

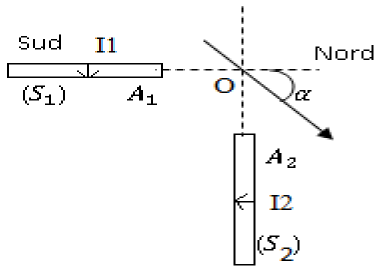


Figure 2

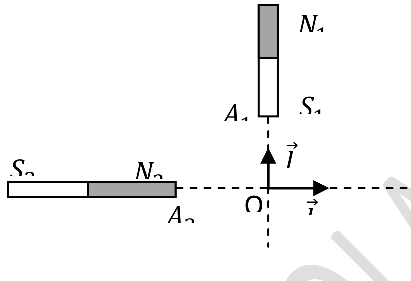


Figure 1

<u>**EXERCICE 5 :**</u>

Dans tout l'exercice, on supposera que le champ magnétique terrestre se réduit à sa composante horizontale.

Avec un fil de diamètre $\boldsymbol{d = 0,60\ mm}$, on veut construire un solénoide dont le rayon d'une spire est $\boldsymbol{R = 4\ cm}$ et comportant $\boldsymbol{N = 313\ spires}$: l'espace libre entre deux spires consécutives est de 1 mm.

5.1 Montrer que la longueur approximative du solénoïde est $L = 0,5\ m$.

5.2 Quelle est l'intensité du champ magnétique $\overrightarrow{B_S}$ au centre du solénoïde lorsqu'il est parcouru par un courant d'intensité $\boldsymbol{I = 122\ mA}$, et si on admet valable la formule du champ magnétique relative au solénoïde infiniment long ?

5.2.1 On ouvre le circuit et on place au voisinage du centre du solénoïde une petite aiguille aimantée mobile autour d'un axe vertical. On tourne alors la bobine de façon que son axe soit perpendiculaire au plan du méridien magnétique. Faire un schéma représentant la projection, dans un plan horizontal, de la bobine et de l'aiguille. On indiquera les quatre points cardinaux et les deux pôles de l'aiguille aimantée.

5.2.2 On ferme le circuit et on constate que l'aiguille dévie vers l'est d'un angle de $\alpha = 78°$. Indiquer sur le schéma précédent le sens du courant électrique dans la bobine et calculer la valeur de la composante horizontale du champ terrestre $\overrightarrow{B_0}$.

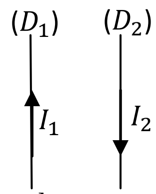
5.2.3 On double l'intensité du courant I puis on oriente la bobine de façon que l'aiguille aimantée, de sa position précédente d'angle α, dévie de 12° de plus dans le même sens de rotation que précédemment. De quel angle β doit-on tourner l'axe de la bobine. Faire un schéma à l'appui. <u>**Donnée**</u> $\boldsymbol{\mu_0 = 4\pi.10^{-7}SI}$

<u>**EXERCICE 6 :**</u>

Deux fils conducteurs verticaux D_1 et D_2 distants de 5 cm sont parcourus par des courants d'intensités respectives $I_2\ et\ I_2$ de sens contraires (voir croquis).

Préciser les caractéristiques du champ magnétique résultant crée par les deux courants en un point A situé à 3 cm de (D_1) et à 4cm de (D_2). Refaire le croquis en représentant les fils vus de dessus et en précisant le sens du courant.

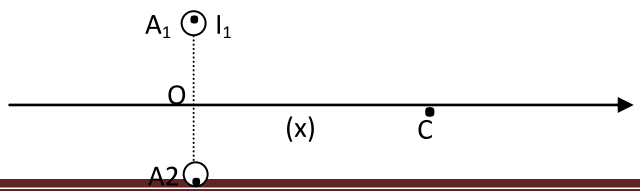
Représenter les différents vecteurs champs magnétiques. On donne $I_1 = 5A; I_2 = 10A$.



<u>**EXERCICE 7 :**</u>

Deux fils conducteurs rectilignes D_1 et D_2 parallèles distants de 2a = 10cm sont parcourus par des courants de même sens et de même intensité I = 10A. Les fils verticaux sont perpendiculaires à un plan horizontal (P) qu'ils coupent respectivement en A_1 et A_2. Soit O le milieu de A_1 et A_2.

Donner l'expression du champ résultant B crée par les deux courants en un point C du plan (P), situé à égale distance des fils et tel que OC = x. Tracer le graphe B = f(x) pour $x \in [0;\infty[$



Exercice 8 :

Un solénoïde long est constitué par cinq couches de fil à spires jointives ; le fil, entouré par un isolant d'épaisseur e =125 µm, a pour diamètre d = 750µm.

L'axe du solénoïde est perpendiculaire à la direction du champ magnétique terrestre modélisé par un vecteur vertical et ascendant. Une aiguille aimantée est placée au centre du solénoïde.

4.1) Outre le solénoïde, Indiquer deux dispositifs magnétiques permettant d'obtenir un champ magnétique uniforme.

4.2) A l'absence de courant électrique, représenter l'aiguille aimantée à l'intérieur du solénoïde.

4.3) On fait passer dans le solénoïde un courant électrique, l'aiguille dévie vers la droite d'un angle α=57,5°.

4.3.1) Donner les caractéristiques du vecteur $\overrightarrow{B_S}$, vecteur champ magnétique du solénoïde.

4.3.2) Montrer que le module du vecteur $\overrightarrow{B_S}$ a pour expression $B_S = \frac{5\,\mu_0}{d+2e} I$.

4.3) Indiquer sur le schéma le sens du courant et déterminer sa valeur.

4.4) On juxtapose un solénoïde identique au précédent de façon à constituer un solénoïde de longueur double. Quel est le champ magnétique à l'intérieur de cette association ?

4.5) On approche le pole nord d'un aimant droit perpendiculairement à l'axe du solénoïde. L'angle que fait l'axe de l'aiguille aimantée avec la verticale devient égal à 45°.

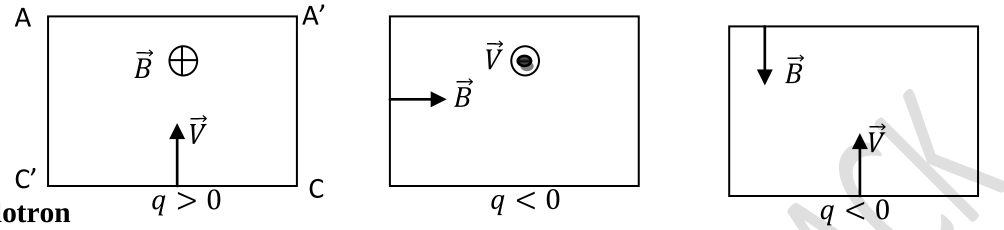
Déterminer la valeur du champ magnétique $\overrightarrow{B_a}$ de l'aimant droit.

On donne : $B_T = 2.10^{-5}$T ; $\mu_o=4\pi.10^{-7}$SI

SERIE P6 : MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGEE DANS UN CHAMP MAGNETIQUE UNIFORME

<u>EXERCICE 1</u> : Force de Lorentz

Une particule de charge q pénètre dans une région $AA'CC'$ où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ avec une vitesse $\vec{V}$. Le signe de la charge q est donné dans chaque cas. Représenter : le vecteur $q\vec{V}$ puis le vecteur force $\vec{F}$



<u>EXERCICE 2 :</u> cyclotron

Un cyclotron est constitué de deux moitiés D_1 et D_2 d'une boîte cylindrique plate horizontale sciée suivant un plan diamétral. Ceux deux moitiés sont écartées l'une de l'autre de d. Dans D_1 et D_2 règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$. Entre D_1 et D_2 règne un champ électrique uniforme $\vec{E}$ (voir figure). Une source S situé entre D_1 et D_2 émet des protons de vitesse initiale nulle.

1) La ddp entre D_1 et D_2 est U. S libère un proton.

a- calculer l'accélération (a) prise par le proton.

b- Quelle est la nature du mouvement ? Calculer la vitesse V_1 du proton au moment où il pénètre dans D_1. En déduire l'énergie cinétique E_C du proton.

2) Le proton pénètre dans D_1, il y décrit un démi-cercle de rayon R_1.

a- Calculer R_1.Calculer le temps de transite T mis par le proton pour décrire ce démi-cercle.

b- Montrer que T est indépendant de V_1.

3) **<u>Effet cyclotron :</u>** Au moment précis où le proton quitte D_1, on inverse le sens de E et ainsi de suite

a- Calculer le temps de transite dans D_2.

b- Décrire qualitativement le mouvement ultérieur du proton (trajectoires, nature des mouvements).

c- A la sortie de D_1, le proton possède la vitesse V_1. Il pénètre en D_2 avec une vitesse V_2

Exprimer la quantité $V_2^2 - V_1^2$ en fonction des données.

d- Exprimer les carrés des vitesses de pénétration successives V_1^2 dans D_1, V_2^2 dans D_2, V_3^2 dans D_1,…..En déduire l'expression du carré de la vitesse V_n^2 (vitesse avec laquelle le proton pénètre pour la n^{ième} fois dans une démi-boîtes). V_n^2 sera exprimé en fonction de V_1^2 et de n.

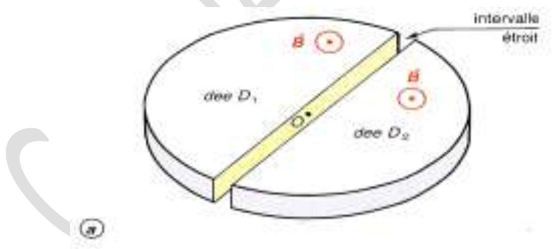
e- Exprimer le rayon R_n de la n^{ième} trajectoire démi-circulaire en fonction de R_1 et de n.

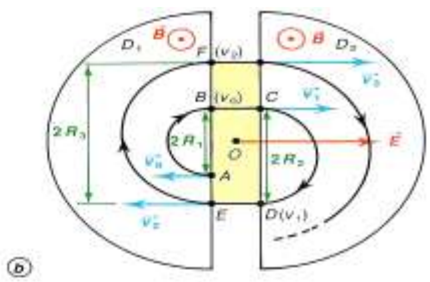
Donner la valeur de n pour laquelle R_n = 0,14 m. Calculer la vitesse correspondante V_n

f- Quelle est la tension accélératrice constante qui aurait donné au proton cette vitesse ?

On donne : Masse du proton m = $1,67.10^{-27}$ kg ; Charge du proton q = $1,6.10^{-19}$ C

d = 1 cm ; U = 4.000 V ; B = 1T



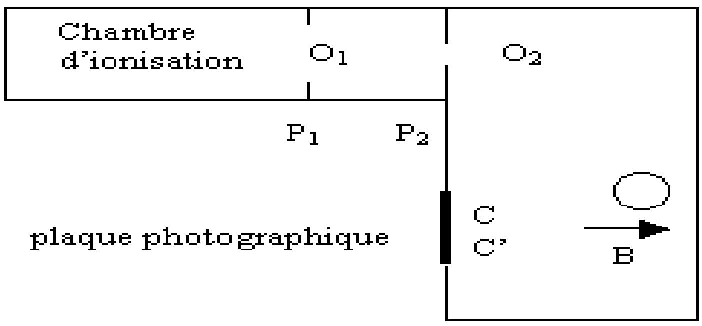


<u>EXERCICE 3</u> : Spectrographe de masse

On se propose de déterminer le nombre de masse de l'un des isotopes du potassium, élément chimique, mélange de deux types d'isotopes: ^{39}K et ^{x}K . L'isotope ^{39}K est plus abondant.

On utilise alors un spectrographe de masse constitué essentiellement de trois compartiments.

Dans le premier compartiment, les atomes de potassium sont ionisés en cations $^{39}K^+$ et $^{x}K^+$; dans le deuxième compartiment, les ions sont accélérés, leurs vitesses initiales étant négligeables et dans le troisième compartiment, les ions sont soumis à l'action d'un champ magnétique ; en fin de course, ils atteignent un écran luminescent.



Données :

Le mouvement des particules a lieu dans le vide ; le poids d'un ion est négligeable devant la force électrique et la force magnétique. La charge élémentaire est e = 1,6 .10^{-19} C ; la tension U établie entre les plaques A et C a pour valeur $U = V_A - V_C = 1{,}0.10^3$ V ; l'intensité du champ magnétique régnant dans la zone 3 est B = 100 mT ;

la masse d'un nucléon est m0 = 1,67.10^{-27} kg ; la masse de l'ion $^{39}K^+$ est $m_1 = 39\ m_o$, la masse de l'ion $^{x}K^+$ est $m_2 = x\ m_2$

3.1 Entre les plaques A et C, les ions sont accélérés par un champ électrique uniforme. Leur vitesse au point O_1 de la plaque A est supposée nulle.

3.1.1 Reproduire la figure sur la feuille de copie et représenter la force électrique s'exerçant sur un ion potassium se trouvant en M.

3.1.2 Montrer que, arrivés au niveau de la plaque C, en O_2, tous les ions potassium ont la même énergie cinétique.

3.1.3 Montrer alors qu'en O_2, la vitesse de chaque ion $^{39}K^+$ a pour expression : $V_1 = \sqrt{\frac{2eU}{39m_o}}$

En déduire, sans démonstration, l'expression de la vitesse V_2 des isotopes $^{x}K^+$en O_2.

3.2 A partir de O_2, les ions pénètrent dans la zone 3 avec des vitesses perpendiculaires à la plaque C. Chaque type d'isotope effectue, dans le plan de la figure, un mouvement circulaire uniforme.

3.2.1 En un point N de l'une des trajectoires, représenter sur la figure déjà reproduite, la vitesse d'un ion potassium et la force magnétique qui s'exercice sur cet ion.

3.2.2 Compléter la figure en représentant le sens du champ magnétique régnant dans la zone 3.

3.3 Montrer que le rayon de la trajectoire des ions $^{39}K^+$ a pour expression $R_1 = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{78Um_o}{e}}$

En déduire l'expression du rayon R_2 de la trajectoire des isotopes $^{x}K^+$.

3.4 Déterminer, par calcul, la valeur du rayon R_1 de la trajectoire des ions $^{39}K^+$.

3.5 Les deux types d'isotopes rencontrent l'écran luminescent en deux points d'impact C et C' ; le point d'impact C étant plus lumineux.

3.5.1 Préciser, en justifiant, le point d'impact de chaque type d'isotopes.

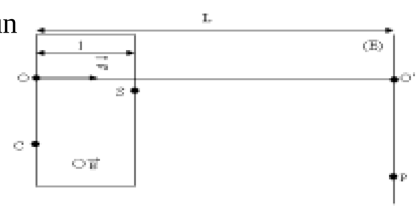
3.5.2 Montrer que le rapport des rayons des trajectoires des isotopes du potassium dans la zone 3 est $\frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{39}{x}}$

3.5.3 La distance entre les points d'impact est d = 2,5 cm. Déterminer la valeur du nombre de masse x de l'isotope $^{x}K^+$

EXERCICE 4 : Déflexion magnétique

Un faisceau homocinétique d'électrons de vecteur vitesse $\overrightarrow{Vo}$ pénètre en un point O dans une région ou règne un champ magnétique uniforme de vecteur $\vec{B}$ (voir figure ci-contre).

Dans cette région, de largeur l, leur trajectoire est circulaire de centre C et de rayon : $R = \frac{mVo}{eB}$



Les électrons sortent de cette région en un point S.

1) Préciser l'orientation du vecteur $\vec{B}$.

2) On considère l'angle α = $(\overrightarrow{cs},\overrightarrow{co})$. Montrer que : sin α = $\frac{l}{R}$.

3) Quelle est la nature du mouvement des électrons une fois sortie du champ magnétique ?

4)Montrer que la force magnétique ne travail pas.

4) Les électrons heurtent, en un point P, un écran situé à la distance L = OO' du point O. En supposant L nettement supérieur à l, donner une valeur approchée de tanα en fonction de la déviation D = O'P et de L.

5) On suppose que l'angle α est petit. Exprimer alors la déviation D en fonction du rapport $\frac{q}{m}$ et de la vitesse V_o.

EXERCICE 5 : Filtre de vitesse

Une chambre d'ionisation des ions $^{20}N_e^+$ et $^{22}N_e^+$ de masses respectives m_1 et m_2. Le poids est négligeable devant les forces électromagnétiques et leur mouvement a lieu dans le vide.

Les ions pénètrent avec une vitesse négligeable dans un accélérateur où ils sont soumis à un champ électrique uniforme créé par une tension $U_o = V_M - V_N$ établie entre deux plaques conductrices M et N. On désigne par V_1et V_2 les vitesses des ions $^{20}N_e^+$ et $^{22}N_e^+$ lors de leur passage en O_1.

1) Représenter sur un schéma le vecteur champ électrique et donner le signe de U_o .

2) Exprimer la vitesse de l'ion $^{20}N_e^+$ à la sortie de l'accélérateur en fonction de sa masse et de U_o.

3) Calculer cette vitesse si la valeur absolue de la tension vaut 2.10^4V ; $M(^{20}N_e^+) = 0{,}020\ kg.mol^{-1}$; $N_A = 6{,}02.10^{23}\ mol^{-1}$.

4) Montrer qu'en O_1 : $m_1V_1^2 = m_2V_2^2$; en déduire la valeur de V_2 ; $M(^{22}N_e^+) = 0{,}022\ kg.mol^{-1}$.

5) Au delà de O_1 les ions entrent dans un sélecteur de vitesse limité par les plaques P et Q. Dans cette régions ils

sont soumis simultanément à un champ électrique uniforme créé par une tension positive $U = V_Q - V_P$ et à un champ magnétique perpendiculaire aux vecteurs vitesses et au champ électrique. Représenter les champs sur un schéma afin que les forces magnétique et électrique soient opposées.

6) On règle la tension U de telle façon que le mouvement des ions $^{20}N_e^+$ soit rectiligne et uniforme de trajectoire

O_1O_2. Représenter les forces qui agissent sur l'autre ion $^{22}N_e^+$ ainsi que le vecteur vitesse V_1

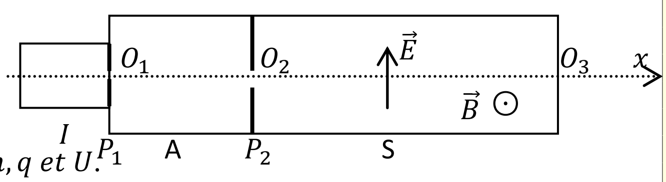
7) Exprimer en fonction de U, d (distance entre les plaques P et Q) et du champ magnétique.

Calculer U si B=0,1T et d=5 cm.

Dans quelle direction seront déviés les ions $^{22}N_e^+$? Justifier le nom ***<u>de filtre de vitesse</u>*** donné à la région limitée par P et Q.

EXERCICE 6 :

On considère le dispositif suivant utilisé dans certains types de spectrographes de masse. Il est constitué de 3 parties où règne le vide : une chambre d'ionisation I, un accélérateur$A$, et un sélecteur$S$. O_1, O_2, O_3 sont de petits trous qui ne laissent passer que les ions qui se propagent suivant O_1x. Dans la chambre d'ionisation, on produit des ions de masse m et de charge q positive.



4.1 Les ions pénètrent en O_1, avec une vitesse négligeable. Dans l'accélérateur A constitué de 2 plaques P_1 et P_2, entre lesquelles on établit une $d.d.p\ V_{P_1} - V_{P_2} = U$ et telle que $U > 0$. Déterminer l'expression de la vitesse v des ions lorsqu'ils arrivent en O_2 en fonction des données $m, q\ et\ U$.

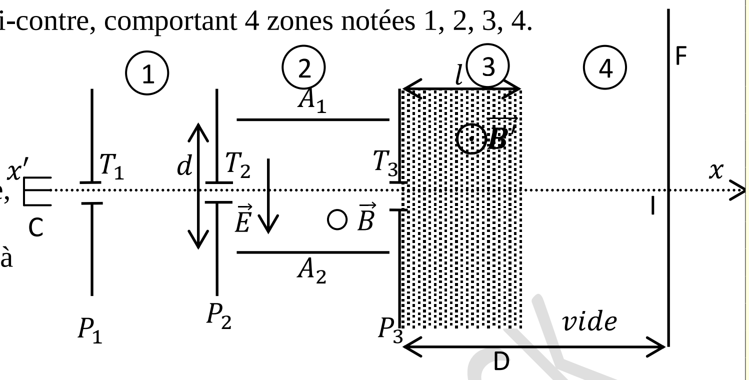
4.2 Les ions pénètrent ensuite avec cette vitesse v de direction O_1x, dans le sélecteur S où règne un champ électrique uniforme $\vec{E}$ perpendiculaire à O_2x et un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire à O_1x et à $\vec{E}$ (voir figure). A quelle condition le mouvement des ions dans le sélecteur est-il uniforme et rectiligne de direction O_2x ? En déduire la relation entre $E, B\ et\ v$ lorsque cette condition est réalisée.

En fait E et B sont fixes et on ajuste la tension accélératrice U. Déterminer l'expression de U, en fonction de $m, q, e\ et\ B$ pour que dans le sélecteur les ions aient un mouvement rectiligne uniforme.

4.3 On produit, dans la chambre d'ionisation, un mélange d'ions correspondant à deux variétés isotopiques de lithium ; $^6Li^+$ de masse m_1 et $^7Li^+$ de masse m_2. En donnant à U la valeur $U_1 = 2000V$, les ions $^6Li^+$ ont dans le sélecteur un mouvement rectiligne uniforme et sont par conséquent les seuls à sortir en O_3. Quelle valeur U_2 faut-il donner à U, sans modifier $E\ et\ B$, pour que les ions $^7Li^+$ soient les seuls à sortir en O_3.

EXERCICE 7 :

On considère le dispositif expérimental schématisé ci-contre, comportant 4 zones notées 1, 2, 3, 4.



Zone 1 : chambre d'accélération entre P_1 et P_2.
Zone 2 : sélecteur de vitesse entre P_2 et P_3.
Zone 3 : chambre de déviation de largeur l.
Zone 4 : région où il ne règne ni un champ électrique, ni un champ magnétique. F est un écran placé à une distance D de la plaque P_3, perpendiculairement à l'axe horizontal x'x.
C est une chambre d'ionisation qui émet des ions sodium Na^+ de masse m et de charge q.
P_1, P_2, P_3 sont des plaques métalliques verticales percées de trous T_1, T_2, T_3 alignés sur l'axe horizontal x'x.
A_1 et A_2 sont des plaques métalliques horizontales séparées par une distance d ; elles n'ont aucun contact électrique avec P_2 et P_3. Le dispositif est placé dans le vide. On néglige le poids des ions devant les autres forces.

5.1 Les ions Na^+ sortent du trou T_1, avec une vitesse supposée nulle. Accélérés par une différence de potentiel $U = V_{P_1} - V_{P_2}$ entre les plaques P_1 et P_2, ils franchissent le trou T_2 avec une vitesse V_0.
Par application du théorème de l'énergie cinétique, montrer que le rapport $\frac{q}{m}$ (Charge massique) pour un ion Na^+ est donné par l'expression : $\frac{q}{m} = \frac{V_0^2}{2U}$

Dans la zone 2, règnent simultanément un champ électrique uniforme de vecteur $\vec{E}$ vertical et un champ magnétique uniforme dont le vecteur $\vec{B}$ est perpendiculaire au plan de la figure.

5.2.1 Sur votre feuille de copie, faire un schéma où sera représentée la force électrique $\vec{F_e}$ qui s'exerce sur un ion se trouvant dans la zone 2.

5.2.2 Sur le même schéma, représenter, justification à l'appui, la force magnétique $\vec{F_m}$ qui doit s'appliquer sur le même ion pour qu'il suive une trajectoire rectiligne jusqu'au trou T_3.

5.2.3 En déduire le sens du vecteur champ magnétique $\vec{B}$ dans la zone 2. Compléter le schéma en mettant le sens de $\vec{F_m}$.

5.2.4 Exprimer le rapport $\frac{q}{m}$ en fonction de U, E, B. Faire l'application numérique.
U = 3,9 kV ; E = 9.10^3 $V.m^{-1}$; B = 5.10^{-2} T.

5.3 Après le trou T_3, les ions arrivent dans la zone 3 où règne le champ magnétique uniforme de vecteur $\vec{B'}$ représenté sur la figure. A la sortie de la zone 3, le vecteur vitesse d'un ion Na^+ fait un angle θ faible avec l'axe x'x.

5.3.1 Représenter, justification à l'appui, la trajectoire d'un ion de T_3 à l'écran.

5.3.2 Le point M est le point d'impact des ions Na^+ sur l'écran, I est le point d'intersection de l'axe (x'x) avec l'écran.
Etablir l'expression de la déflexion magnétique Y = IM en fonction de q, m, V_0, B', l et D puis en fonction de q, m, U, B', l et D. Peut-on en déduire une détermination expérimentale de $\frac{q}{m}$? Expliquer

SERIE P7 : LA LOI DE LAPLACE

EXERCICE 1:

1.Une tige rectiligne homogène OA en aluminium, de longueur L = 30 cm, de masse m_1 = 20 g est capable de tourner autour d'un axe fixe horizontal passant par son extrémité O.

1.1. Elle trempe légèrement en A dans le mercure contenu dans une cuve. La tige est parcourue par un courant électrique d'intensité I = 12 A, et elle est soumise à un champ magnétique uniforme de vecteur $\vec{B}$ perpendiculaire au plan vertical dans lequel elle peut se mouvoir. La tige tourne dans une position faisant un angle α =18° avec la verticale. L'action du champ magnétique s'étend sur une longueur **l**de la tige comprise entre les points B et C situés respectivement à 20 cm et 25 cm de O (voir figure -1- ci-dessous).

a) Donner le sens et la direction de la force électromagnétique appliquée sur la tige.

b) Préciser le sens de $\vec{B}$.

c) Représenter, sur la figure -1-, toutes les forces appliquées sur la tige**.**

d) Calculer la valeur de la force électromagnétique (force de Laplace) appliquée sur la tige**.**

e) En déduire la valeur du champ magnétique**.**

1.2. La surface libre de la solution électrolytique qui assure la continuité du circuit électrique se trouve à la distance verticale OA' = d = 28 cm de O.

a) Montrer que la plus grande inclinaison du conducteur [OA] est θ' = 21°.

b) Déduire l'intensité I' qui permet d'obtenir une telle déviation.

2. La tige, toujours parcourue par le même courant d'intensité I = 12 A et baignant dans un champ magnétique de valeur B = 0,5T sur la partie BC, est maintenant attachée en son centre G par un fil de masse négligeable qui supporte sur son autre extrémité un solide (S) de masse m_2. Lorsque le système est en équilibre, la tige s'incline d'un angle θ = 30° par rapport à la verticale (voir figure -2- ci-dessous).

a) Représenter les forces appliquées sur la tige et sur le solide (S).

b) Calculer la valeur de la force de Laplace s'exerçant sur la tige.

c) Déduire la masse m_2 du solide (S**).**

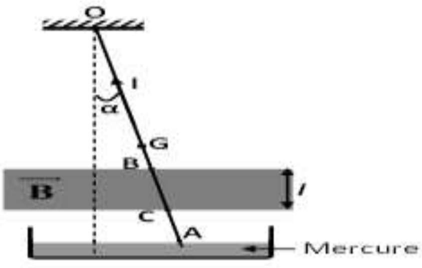


Figure -1-

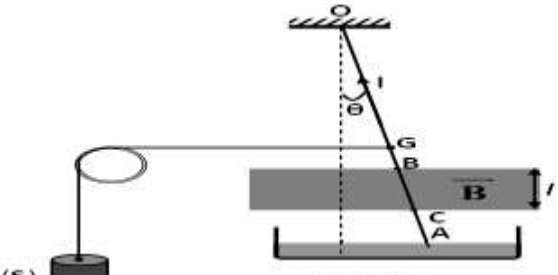


Figure -2-

EXERCICE 2 :

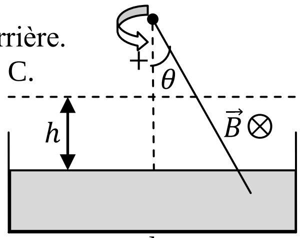
Une barre AC, de longueur l, de masse m, est mobile autour d'un axe horizontal passant par A. Elle est parcourue par un courant électrique d'intensité I.

On place dans un champ magnétique $\vec{B}$, normal au plan de la figure, dirigé d'avant en arrière.

Ce champ magnétique n'existe que dans la partie de l'espace de hauteur h au dessus de C.

2.1 Déterminer la position d'équilibre de la barre.

2.2 Si on suppose $\theta = 10°$; $l = 50cm$; $m = 100g$; $I = 10A$; $h = 5cm$ et en prenant $g = 9{,}8m.s^{-2}$, calculer la valeur de B.



EXERCICE 3 :

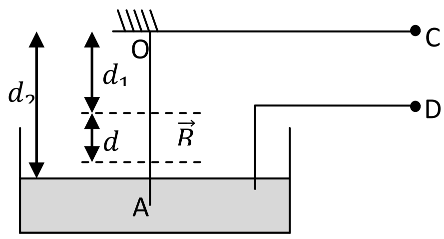
Un conducteur rectiligne OA, de masse $m = 2kg$ et de longueur $l = OA = 36cm$, est suspendu par son extrémité supérieur O à un point fixe. Le conducteur peut tourner librement autour de O. Les bornes C et D sont reliées à un générateur qui maintient dans le conducteur un courant $I = 7{,}5A$.

3.1 Une portion de longueur d de la barre est soumise à l'action d'un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme et de direction horizontale.

Indiquer les polarités des bornes C et D de même que le sens de $\vec{B}$ pour que la barre dévie vers la droite.

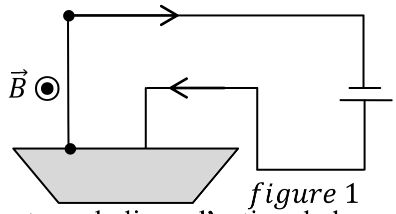
3.2 Calculer la valeur du champ magnétique $\vec{B}$ sachant qu'à l'équilibre l'angle de déviation vaut $\theta = 5°$.

On donne : $d_1 = 20cm$; $d_2 = 25cm$ et $g = 10N.kg^{-1}$.



EXERCICE 4 :

Un fil de cuivre rigide rectiligne homogène de longueur l et de poids P, peut se déplacer dans son plan vertical autour d'une de ses extrémités. L'autre extrémité plonge dans un bac de mercure qui permet de maintenir le contact électrique avec un générateur de tension continue (figure 1). L'intensité du courant dans le circuit est I.
Le dispositif est placé dans un champ magnétique uniforme B, horizontal et orthogonal au plan de la figure.

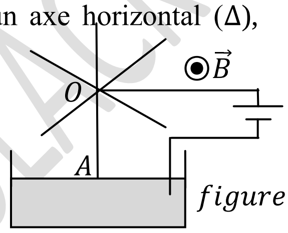


$figure$ 1

4.1 Décrire le mouvement de la tige dans les trois cas suivants :
1er cas ($I = 0; B \neq 0$) ; 2ème cas ($I \neq 0; B = 0$) ; 3ème cas ($I \neq 0; B \neq 0$).

4.2 On néglige la longueur de la partie de la tige située dans le mercure. On admet que la ligne d'action de la force électromagnétique passe par le milieu de la tige. Calculer la déviation angulaire de cette tige quand elle atteint sa position d'équilibre. Données : $I = 6A; B = 2.10^{-2}\ T; l = 10cm; P = 8.10^{-2}N$.

4.3 Soit le dispositif représenté à la figure 2 : il possède une roue mobile autour d'un axe horizontal (Δ), constituée de rayon rigides en cuivre de longueur R régulièrement répartis.
Le dispositif est plongé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$.



$figure$ 2

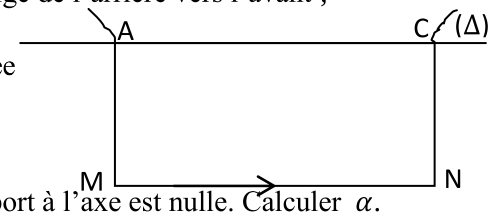
4.3.1 Expliquer pourquoi on observe un mouvement de rotation. Préciser son sens.
4.3.2 La vitesse de rotation est 90 trs/mn.
Calculer la puissance développée par la force électromagnétique, supposée appliquée au milieu d'un rayon. On donne : $B = 2.10^{-2}T; R = 10cm; I = 6A$.

EXERCICE 5 :

Un conducteur indéformable AMNC est composé de trois parties rectilignes de même section formant trois cotés d'un rectangle. Il est mobile sans frottement autour d'un axe horizontal fixe passant par A et C. Des fils souples réunissent les points A et C à un générateur qui fait circuler un courant d'intensité I dans le sens de A vers C.

5.1 Le cadre est en équilibre sous l'action de son poids et de la réaction de l'axe. Déterminer la position du plan AMNC.

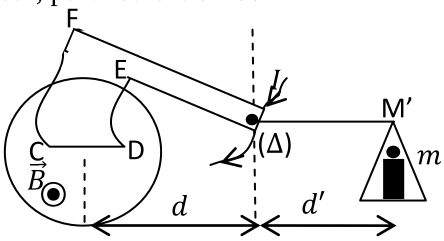
5.2 Déterminer dans lequel des trois cas suivants le cadre quitte sa position d'équilibre initiale :
5.2.1 $\vec{B}$ est colinéaire à MN et de même sens que le courant dans ce coté :
5.2.2 $\vec{B}$ est orthogonal au plan vertical contenant l'axe de rotation, et dirigé de l'arrière vers l'avant ;
5.2.3 $\vec{B}$ est vertical, dirigé du bas vers le haut.



5.3 Dans le cas où le cadre prend une nouvelle position d'équilibre écartée du plan vertical d'un angle α, déterminer les caractéristiques de la force électromagnétique appliquée sur chacun de ses trois cotés.
Faire l'inventaire de toutes les forces appliquées au cadre.
En écrivant que la somme algébrique des moments de ces forces par rapport à l'axe est nulle. Calculer α.
Application numérique :$AM = CN = a = 6\ cm; MN = l = 12\ cm; I = 1A; B = 0{,}2T;$ masse du conducteur par unité de longueur $\mu = 5.10^{-2}kg.m^{-1}; g = 10m.s^{-2}$.

EXERCICE 6 :

L'intensité d'un champ magnétique peut être mesurée à l'aide d'une balance de Cotton. Le fléau d'une telle balance, de forme particulière, supporte un secteur isolant S en matière plastique limité par deux axes de rotation Δ du fléau. Ce secteur comporte une partie rectiligne CD de longueur l, horizontale lorsque la balance est en équilibre. Un fil conducteur part de O, suit le fléau et les bords du secteur, puis revient en O.
l'autre bras du fléau supporte un plateau. On règle la balance de façon que l'équilibre soit réalisé lorsqu'aucun courant, ne passe dans le fil conducteur. Si l'on plonge le secteur S dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ orthogonal au plan de la figure et dirigé vers l'avant, l'équilibre de la balance est rompu lorsqu'un courant circule dans le fil. Pour rétablir l'équilibre, il suffit de placer une masse m sur le plateau.



6.1 Préciser sur la figure les forces agissant sur la balance, ainsi que le sens du courant circulant dans le fil conducteur.

6.2 Etablir la condition d'équilibre de la balance.

6.3 Afin de déterminer la valeur du champ $\vec{B}$, on fait les mesures suivantes pour les différentes valeurs de l'intensité du courant :

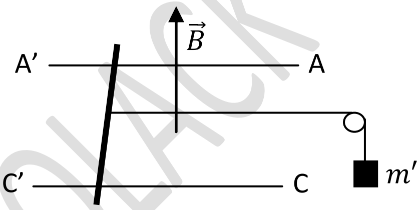
I(A)	0	1	2	3	4	5
m(g)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0

Tracer la représentation graphique de la fonction $m = f(I)$ en choisissant une échelle convenable.
En déduire la valeur de $\vec{B}$.

EXERCICE 7 :

Deux rails de cuivre AA' et CC' très longs distants de d sont placés dans le même plan horizontal. A' et C' reliés aux bornes d'un générateur. Le circuit est fermé par une tige de cuivre de masse m posée perpendiculairement aux rails. L'ensemble est placé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ vertical.

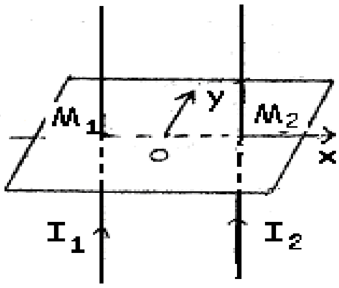
Le milieu de la tige est relié à une masse m' par l'intermédiaire d'un fil de masse négligeable passant sur la gorge d'une poulie, le fil qui va de la tige à la poulie est parallèle aux rails.



7.1 Représenter sur un schéma très clair les forces qui s'exercent sur la tige et le sens du courant dans la tige.
7.2 Calculer la valeur de m' sachant que la tige est en équilibre.
Applications numériques : $B = 0{,}50T; I = 4A; A'C' = l' = 5cm.$

Exercice 8 : Interaction entre courant rectiligne-Définition légale de l'ampère

On considère deux fils rectilignes très longs distants de $M_1M_2 = 2a$. Ces fils sont parcourus par des courants de même intensité $I_1 = I_2$ comme le montre la figure ci-contre.

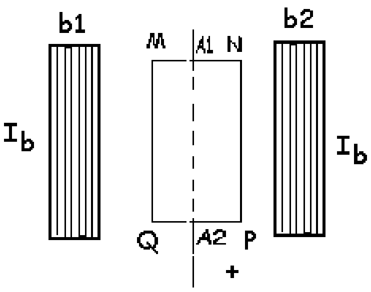


1) Quelles sont les caractéristiques du champ magnétique $\vec{B}$ crée au point M(x,0) par les courants I et I ? (donner B au point B_x et B_y en fonction ide x et a)
2) Donner les caractéristiques des champs magnétiques $\vec{B_1}$ et $\vec{B_2}$respectivement créés aux points M_2 et M_1 par les courants I_1 et I_2.

3) Exprimer en fonction de x, a, I_1 et I_2 les normes des forces électromagnétiques $\vec{F}_{1/2}$et $\vec{F}_{2/1}$ respectivement créées par les courants I_1 au point M_2 et I_2 au point M_1.
4) Donner la définition légale de l'ampère.

Exercice 9 : Action d'un champ magnétique sur un cadre parcouru par un courant

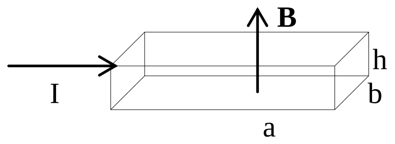
Un cadre rectangulaire MNPQ de côté MN = PQ = (a = 10 cm) et MQ = NP = 2a est formé de N = 50 spires de fil conducteur.
Il est situé dans un plan vertical et relié à deux fils de torsion tendus verticalement A_1O_1 etA_2O_2. (A_1 et A_2 sont lesmilieux de MN et PQ)
L'ensemble ayant une constante de torsion $C = 6.10^{-3}$ N.m.rad^{-1}.



1) Le cadre est placé dans l'espace champ magnétique uniforme créé par deux bobines de Helmholtz (b_1 et b_2) dont les plans sont perpendiculaires à celui du cadre au repos. Chaque bobine est parcourue par un courant I_b. Représenter le champ magnétique $\vec{B}$ dans la région où est placé le cadre.
2) Le cadre est parcouru par un courant d'intensité I = 3A dans le sens que vous indiquerez sur le schéma pour que le cadre tourne dans le sens positif indiqué sur le schéma.
2.a -Donner les caractéristiques des forces qui s'exercent sur les différents côtés du cadre et montrer qu'il effectue un mouvement de rotation.
2.b- Soit α l'angle dont a tourné le plan du cadre lorsqu'il s'immobilise dans sa position d'équilibre. Faire le bilan des forces s'exerçant sur le cadre. Etablir la relation entre α et les autres grandeurs. Le Champ ayant pour intensité $B = 4.10^{-3}$ T, déterminer une valeur approchée de α. (On effectuera une résolution graphique)

Exercice 10 : Effet HALL

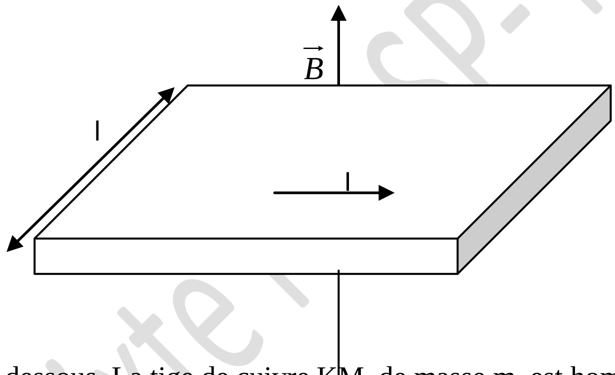
Soit un ruban métallique plat de longueur a, d'épaisseur h et de largeur b, placé dans un champ magnétique perpendiculaire aux grandes faces. Ce ruban est traversé par un courant d'intensité I.



1) Montrer que lors de l'installation du courant I, la face arrière (AR) doit se charger négativement ce qui entraîne l'apparition de charges positives sur la face avant (AV).
2) Préciser le sens et la direction du champ électrique $\vec{E}$ entre les faces (AR) et (AV). Donner l'expression de E.
3) Calculer la tension dite de Hall U_H qui apparaît entre les deux faces du ruban en fonction de B, L et la vitesse v des électrons.
Soit n le nombre d'électrons par unité de volume (densité) du conducteur, montrer que la tension de Hall U_H peut se mettre sous la forme : $U_H = \frac{B.I}{ned}$.
Faire l'application numérique pour : B = 1,0 T ; d = 50 µm ; I = 4 A ; n = $1,0.10^{29}$ électrons/m^3.

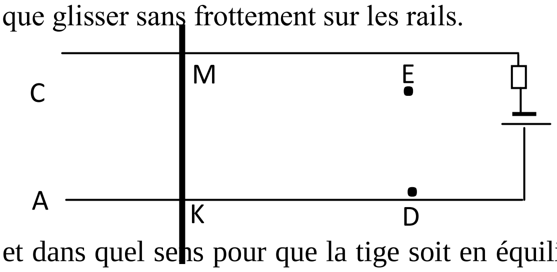
Exercice 11: effet HALL

Un mince ruban de cuivre de largeur I = 2 cm et d'épaisseur d = 1,25 cm est parcouru par un courant d'intensité I = 20A dans le sens de la longueur. Il est plongé dans un champ magnétique uniforme perpendiculaire au ruban et d'intensité B = 1,75 T.
6-1 Calculer la vitesse de déplacement des électrons si on admet que l'atome de cuivre libère un électron qui assure la conduction.
On donne : masse volumique du cuivre $\mu = 8,9.10^3$ kg.m^{-3} ; masse d'une mole d'atome de cuivre = 63,5g.
6-2 Calculer la différence de potentiel due à l'effet Hall qui apparaît entre les bords du ruban.



Exercice 12 :

On considère le montage ci-dessous. La tige de cuivre KM, de masse m, est homogène et de section constante. Elle est placée dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$, sur une longueur l et elle est parcourue par un courant constant d'intensité I. On admettra que la tige ne peut que glisser sans frottement sur les rails.



1. De quel angle peut-on incliner les rails AD et CE, et dans quel sens pour que la tige soit en équilibre, dans les deux cas suivants :

1-1 $\vec{B}$ reste perpendiculaire au plan des rails. L'angle d'inclinaison est désigné par α.

1-2 $\vec{B}$ reste vertical. L'angle d'inclinaison est désigné par β.

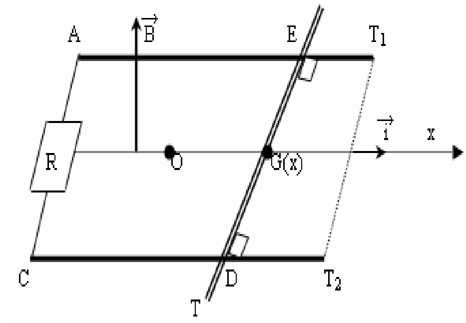
2. On incline le plan des rails d'un angle λ = 30° dans le sens défini à la question 1-1). $\vec{B}$ est perpendiculaire au plan des rails. La tige est maintenue immobile, on ferme le circuit et on abandonne la tige à un instant choisi pour origine des dates.
2-1 Quelle est la nature du mouvement de la tige KM ?
2-2 Calculer son accélération ; Quelle est sa vitesse à l'instant t =0,50 s,
On admettra dans cette partie que la résistance élevée pour qu'on puisse négliger les phénomènes d'induction.
Données : B = 0,50T ; I = 4,0A ; m = 20 g l = 6,0cm g = 10 m.s^{-2}

SERIE P8 : INDUCTION MAGNETIQUE-ETUDE D'UN DIPOLE (R ; L)

EXERCICE 1 :

1. Deux rails parallèles distants de a forment un plan horizontal ; un champ magnétique $\vec{B}$ d'intensité B= 1T traverse ce plan comme l'indique la figure. On relie les rails par résistor de résistance R= 1Ω et un conducteur MN de résistance négligeable, glisse sur les rails en leur restant perpendiculaire.

La distance entre les rails est a= 10cm et la tige se déplace à la vitesse V dont la direction est parallèle aux rails et d'intensité V= 50cm/s.



1.1. Montrer que la tige MN, en mouvement dans le champ $\vec{B}$ se polarise c'est-à-dire se comporte un générateur. Quel est le nom donné à ce phénomène ?

1.2. Reproduire la figure et indiquer le sens de circulation des électrons et celui du courant.

1.3. Etablir l'expression de la force électromotrice induite en fonction de B, a et V.

1.4. En déduire la tension U_{MN} aux bornes de la tige.

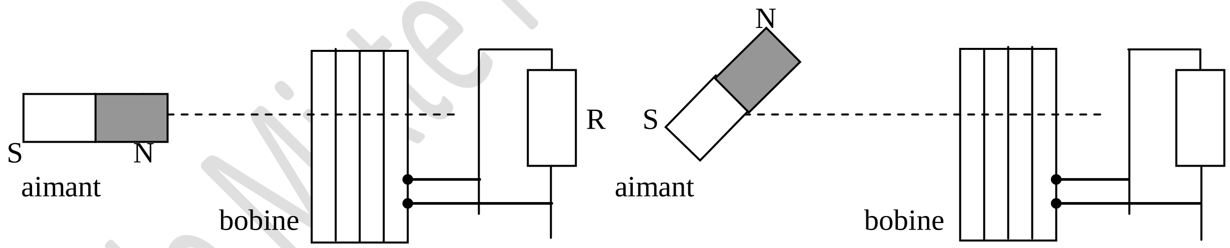
1.5. Déterminer l'intensité i du courant dans le circuit.

2. On utilise une autre méthode plus courante pour produire de l'énergie. Elle consiste à faire tourner un aimant droit placé à côté d'une bobine. La bobine, de longueur ℓ= 50cm comprenant N= 1000 spires de rayon moyen r= 2cm, est reliée à un résitor de résistance R. L'aimant tourne librement autour d'un axe vertical passant par son centre à la vitesse angulaire ω= 4 rad/s. On suppose que le champ magnétique produit par l'aimant, au voisinage de la bobine, a une intensité constante B_0= 10^{-2}T quelque soit la direction de l'aimant.

A l'instant t= 0, l'axe de la bobine et la direction de $\vec{B}$ sont parallèles.

2.1. A une date quelconque, la bobine a tourné de l'angle $\theta=\omega t+\theta_o$. Exprimer en fonction des données le flux Φ(t) à travers la bobine.

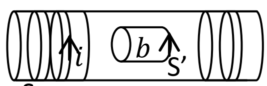
2.2. Montrer que la bobine est le siège d'une force électromotrice d'induction e(t). Calculer sa valeur maximale.



A la date $t_0 = 0$ A la date t

EXERCICE 2 :

On réalise le dispositif ci-dessous (figure 1). Une petite bobine b de surface $s' = 10cm^2$, comportant $N' = 100\ spires$ est placée à l'intérieur d'un solénoïde S comportant $N = 1000\ spires$ et de longueur $L = 1{,}5\ m$. La petite bobine b et le solénoïde sont orientés comme indiqués sur la figure 1



$figure1$

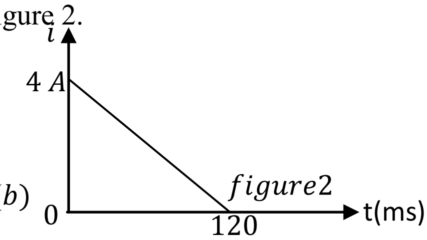
2.1 L'intensité du courant dans le solénoïde varie suivant la loi donnée par la figure 2.

On donne : $\mu_0 = 4\ \pi\ 10^{-7}$ SI. En déduire :

2.1.1 Le champ magnétique $B(t)$ à l'intérieur du solénoïde ;

2.1.2 L'expression du flux magnétique à travers la bobine b ;

2.1.3 La force électromotrice d'induction dont la bobine b est le siège.



$figure2$

Préciser sur un schéma, le sens de $\vec{B}$ et d'un courant qui traverserait la bobine (b) si on réunissait ses deux extrémités.

2.2 On rétablit dans le solénoïde une intensité constante de $4A$. On imprime à la bobine b un mouvement de rotation uniforme autour d'un axe vertical Δ passant par son centre. On branche un oscillographe aux bornes de (b).

Donner l'expression de la nouvelle $f.e.m$ d'induction e'. En déduire l'allure de la courbe observée sur l'écran de l'oscilloscope (donner une représentation qualitative de cette courbe).

EXERCICE 3 :

Les bobines sont des composants électriques de très grande utilité sur lesquels le fabricant mentionne les caractéristiques (L, N, Imax), pour une utilisation optimale et sécuritaire. L et N représentent respectivement l'inductance et le nombre de spires de la bobine tandis que Imax correspond à l'intensité maximale du courant électrique qui peut traverser la bobine.

3-1. Un groupe d'élèves, sous la supervision de leur professeur, se propose de vérifier quelques caractéristiques d'une bobine de leur laboratoire. Cette bobine est assimilée à un solénoïde de longueur l = 0,5 m, comportant N spires de rayon R = 5 cm. Pour ce faire, ils disposent la bobine horizontalement, son axe (Δ) étant orthogonal au plan méridien magnétique. Au centre de cette bobine est placée une petite aiguille aimantée horizontale mobile autour d'un axe vertical (Δ'). Le groupe d'élèves lance un courant électrique d'intensité I dans le solénoïde et constate que l'aiguille n'indique aucune privilégiée.

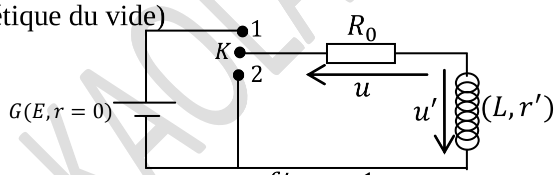
3-1-1. Faire un schéma ou seront représentés la bobine en indiquant le sens du courant, le vecteur champ magnétique $\vec{B}_S$ crée par le courant, le vecteur $\vec{B}_H$ composante horizontale du champ magnétique terrestre.

3-1-2. Exprimer N en fonction de $\vec{B}_H$, I , ℓ et μ_0 (perméabilité magnétique du vide)

3-1-3. En déduire la valeur N sachant que $I = 3{,}98mA$.

On donne : $\mu_0 = 4\,\pi\,10^{-7}$ SI ; $B_H = 2.10^{-5}$ T

3-1-3. Exprimer puis calculer l'inductance L du solénoïde (on prendra N = 2000 spires et $\pi^2 = 10$).



$figure$ 1

3-2. Afin d'étudier le comportement de la bobine dans un circuit, les élèves réalisent avec ce solénoïde le montage ci-après. La bobine est branchée en série avec un résistor de résistance R_0 = 10 Ω. Ils utilisent un générateur de courant continu G (E = 12 V ; r = 0 Ω).

La résistance interne du solénoïde est r' = 2 Ω. Le nombre de spires est N = 2000 spires. L'interrupteur est dans la position 1.

3-2-1. Déterminer l'intensité I_0 du courant dans le circuit en régime permanent.

3.2.2. On désire suivre l'évolution de la tension u' aux bornes de la bobine et celle de la tension u aux bornes du conducteur ohmique par un osciolloscope à mémoire bicourbe

3.2.2.1 Reproduire la figure 1 (K en position 1) et indiquer les branchements à réaliser pour visualiser sur l'écran de l'oscilloscope la tension u' aux bornes de la bobine à la voie 1 et la tension u aux bornes du résistor à la voie 2.

3.2.2.2 Quel est le signe de la tension u' aux bornes de la bobine ? Pour redresser cette tension u', le professeur utilise le bouton inverseur de l'oscilloscope.

3.2.3 Etablir l'équation différentielle à la quelle obéit la tension u aux bornes du conducteur ohmique.

3.2.4 Vérifier que $u(t) = \frac{ER_0}{r'+R_0}(1 - e^{-\frac{R_0+r'}{L}t})$ est solution de cette équation différentielle.

3.2.5 Etablir l'expression de la tension u' aux bornes de la bobine en fonction du temps.

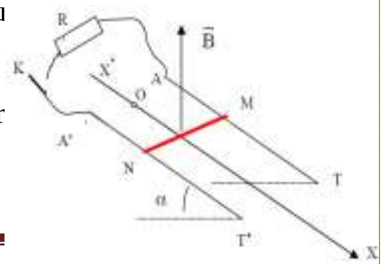
3.2.6 Montrer que u'(t) peut s'écrire sous la forme $u'(t) = \frac{Er'}{r'+R_0}(1 + \frac{R_0}{r'}e^{-\frac{R_0+r'}{L}t})$

3.2.7 Représenter qualitativement sur le même repère les courbes traduisant $u(t) et\ u'(t)$.On précisera les points remarquables de chacune d'elles ; notamment les valeurs des tensions à l'origine et a régime permanent.

EXERCICE 4 :

L'induction magnétique est un phénomène physique qui se manifeste par la production d'une différence de potentiel électrique aux bornes d'un conducteur électrique ou encore d'un courant électrique en son sein. Ce phénomène, lié à une variation de flux, est utilisé, entre autres, dans les transformateurs électriques, les bobines, les ralentisseurs électromagnétiques des poids lourds et les plaques à induction grâce aux courants induits (courants de Foucault).

Deux rails conducteur AT et A'T' rectilignes, parallèles, distants de l, sont disposés suivant deux lignes de plus grande pente d'un plan incliné d'un angle α = 15° par rapport au plan horizontal. Une tige conductrice MN de masse m, de résistance r et de longueur sensiblement égale à l peut glisser sur les rails. Les extrémités supérieures des rails sont reliées par l'intermédiaire d'un interrupteur K et d'un résistor de résistance R. On négligera les résistances des rails. L'ensemble est placé dans un champ magnétique uniforme B, vertical ascendant.



4.1 L'interrupteur K étant ouvert, on abandonne, à la date t = 0, sans vitesse initiale, la tige MN du haut des rails : le milieu de la tige coïncide alors avec l'origine O du repère d'étude X'OX. On relève les valeurs x de l'abscisse du milieu de la tige et les dates t correspondantes.

Ce qui a permis de tracer la courbe $x = f(t_2)$.

4.1.1 Déterminer, à partir du graphe, la nature du mouvement de la tige.

4.1.2 Montrer qu'il existe des forces de frottement. Exprimer et calculer leur intensité supposée constante.

4.2 On ferme l'interrupteur K à la date $t_1 = \sqrt{3}$ s lorsque la tige a acquis une vitesse de norme V_1.

4.2.1. Evaluer la valeur de la vitesse V_1 à l'instant où on ferme K.

4.2.2 Exprimer puis calculer l'intensité I_1 du courant qui apparaît dans le circuit AMNA' à la date t_1. Préciser son sens sur un schéma clair et justifier.

4.2.3. Pour $t = t_1$, appliquer le théorème du centre d'inertie à la tige et en déduire que le vecteur accélération $\vec{a}$ est opposé au vecteur vitesse $\vec{V}$. Décrire le mouvement ultérieur de la tige

4.2.4. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la vitesse v(t) de la tige pour $t > t_1$. En déduire la valeur de la vitesse limite V_2 atteinte par la tige.

Données numériques :$g = 9{,}8\ m.s^{-2}$, m = 15 g, l = 10 cm, B = 1T, R = r = 0,5 Ω.

EXERCICE 5 :

Les bobines sont des composants électriques de très grande utilité sur lesquels le fabricant mentionne les caractéristiques (L, N, Imax), pour une utilisation optimale et sécuritaire. L et N représentent respectivement l'inductance et le nombre de spires de la bobine tandis que Imax correspond à l'intensité maximale du courant électrique qui peut traverser la bobine.

5-1. Un groupe d'élèves, sous la supervision de leur professeur, se propose de vérifier quelques caractéristiques d'une bobine de leur laboratoire. Cette bobine est assimilée à un solénoïde de longueur l = 0,5 m, comportant N spires de rayon R = 5 cm. Pour ce faire, ils disposent la bobine horizontalement, son axe (Δ) étant orthogonal au plan méridien magnétique. Au centre de cette bobine est placée une petite aiguille aimantée horizontale mobile autour d'un axe vertical (Δ'). Le groupe d'élèves lance un courant électrique d'intensité I dans le solénoïde et constate que l'aiguille dévie d'un angle .

5-1-1. Faire un schéma ou seront représentés la bobine en indiquant le sens du courant, le vecteur champ magnétique $\vec{B}_C$ crée par le courant, le vecteur $\vec{B}_H$ composante horizontale du champ magnétique terrestre, la position finale de l'aiguille et l'angle α.

5-1-2. Exprimer tan α en fonction de $\vec{B}_H$, N, I , ℓ et μ_0 (perméabilité magnétique du vide)

5-2. Le groupe fait varier l'intensité I du courant dans le circuit et mesure la valeur de l'angle α pour chaque valeur de I. Les résultats obtenus permettent de tracer la courbe tan α = f(I). (figure 1)

5-2-1. Déterminer à partir de cette courbe la relation entre tan α et I.

5-2-2. En déduire la valeur de N que l'on notera N_0. **On donne** : $\mu_0 = 4\ \pi\ 10^{-7}$ SI ; $B_H = 2.10^{-5}$ T

5-2-3. Déterminer l'inductance L du solénoïde (on prendra N = 1195 spires).

5-3. Afin d'étudier le comportement de la bobine dans un circuit, les élèves réalisent avec ce solénoïde le montage ci-après (figure 2). La bobine est branchée en série avec un résistor de résistance R_0 = 10 Ω. Ils utilisent un générateur de courant continu G (E = 12 V ; r = 5 Ω). La résistance interne du solénoïde est r' = 5 Ω. Le nombre de spires est N = 1195 spires. L'interrupteur est dans la position 1.

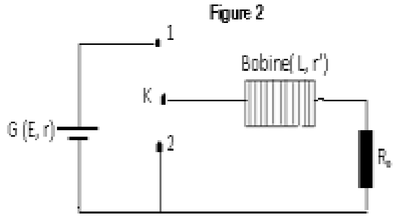
5-3-1. Déterminer l'intensité I_0 du courant dans le circuit en régime permanent.

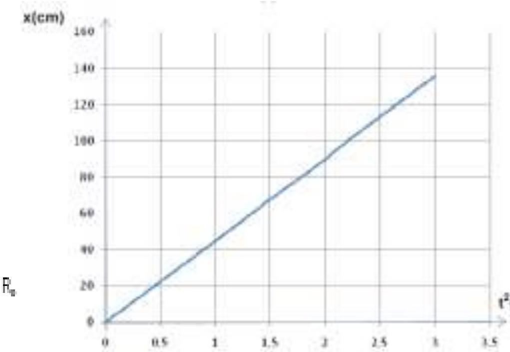
5-3-2. En un temps très bref et à t = 0, on bascule l'interrupteur de la position (1) a la position (2).

a) Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit l'intensité i du courant dans le circuit.

b) Vérifier que $i = Ae^{-t/\tau}$ est solution de cette équation différentielle, A et τ étant des constantes a exprimer en fonction des caractéristiques des composants du circuit. Donner l'allure de la courbe i = f(t).

Figure 2





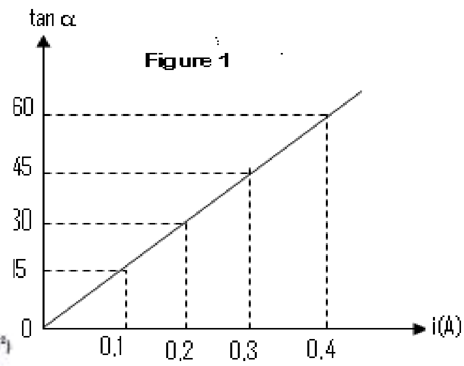


Figure 1

EXERCICE 6 :

Une barre conductrice DE glisse sans frottement sur deux rails métalliques OA et OC horizontale, d'un mouvement de translation uniforme de vecteur $\vec{v}$ horizontale. L'ensemble constitue un circuit déformable, ayant la forme d'un triangle équilatérale. Le circuit est plongé dans un champ magnétique de vecteur $\vec{B}$ perpendiculaire au plan du circuit.

1. Déterminer le sens du circuit induit. on orientera positivement le circuit dans le sens du courant.

2. La position du milieu M de la barre DE est repéré sur l'axe x'Ox par son abscisse x=OM .Donner l'expression du flux magnétique à travers le circuit. En déduire la f.e.m induite.

3. Au cours du déplacement la résistance R du circuit varie. soit r la résistance par unité de longueur.

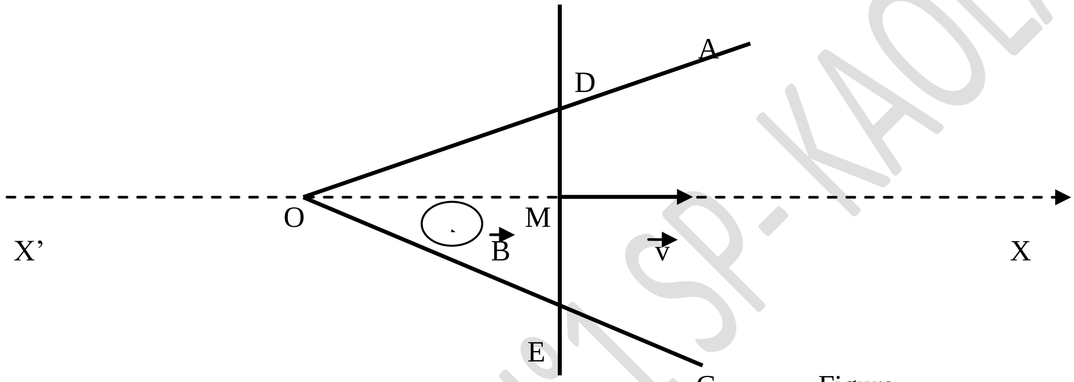
a) Donner l'expression de l'intensité i du courant induit.

Application numérique : B= 0,3T r = 0,1Ω.m^{-1} v = 0,5ms^{-1}

b) Calculer la quantité d'électricité transportée par le courant induit entre la date t=0s (datte de passage de M en O). et t_1 (date où D et E sont confondus avec A et C). On donne OA= OC = 1m

4. Donner l'expression de la force de Laplace s'exerçant à un instant t sur le conducteur en mouvement.

5. Calculer le travail par l'expérimentateur entre les instants t = 0s et t = t_1



Figure

Exercice 7 :

Donnée : perméabilité magnétique du vide: $\mu o = 4\pi.10\text{-}7$ S.I. On réalise le circuit comprenant une bobine d'inductance L et de résistance r = 11 Ω, un résistor de résistance R1 = 100 Ω, un interrupteur, un ampèremètre et un générateur de tension continue dont la f.é.m. est Eo et sa résistance interne est négligeable. (figure 4)

1) L'interrupteur est fermé, le régime permanent étant établi, l'ampèremètre indique I = 0,50 A. Avec un teslamètre, on mesure l'intensité du champ magnétique à au centre de la bobine. On trouve B = 0,31 mT. La longueur de la bobine est l = 40 cm et son diamètre est d = 5 cm. Ces dimensions permettent de considérer la bobine comme un solénoïde.

2) Représenter sur une figure claire le champ magnétique à au centre du solénoïde et préciser la nature de ses faces.

3) Calculer le nombre de spires N du solénoïde.

4) Le circuit précédent étant maintenu, on remplace le générateur de tension continue par un générateur basse fréquence délivrant une tension en créneaux (figure 5). Cette tension périodique varie entre 0 et E_1 = 6 V. (voir figure 5) On désire suivre l'évolution de la tension aux bornes du résistor par un oscilloscope à mémoire bicourbe.

5.a- Reproduire la figure 4 et indiquer les branchements à réaliser pour visualiser sur l'écran de l'oscilloscope la tension aux bornes du générateur à la voie A et la tension aux bornes du résistor à la voie B.

5.b- Etablir l'équation différentielle régissant la variation de l'intensité du courant i lorsque t ∈ [0 ; $\frac{T}{2}$], T étant la période de la tension délivrée par le générateur.

5.c- Vérifier que [1 - exp ($-\frac{t}{\tau}$)] est une solution de cette équation où T est une constante que l'on exprimera en fonction de R_1, r et L

6.a- Que représente r pour le circuit ? Déterminer à partir du graphe de la courbe 7 sa valeur en explicitant la méthode utilisée.

6.b- En déduire la valeur de L . A partir de cette valeur, vérifier la valeur du nombre de spires N trouvée à la question 3).

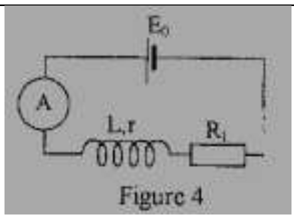


Figure 4

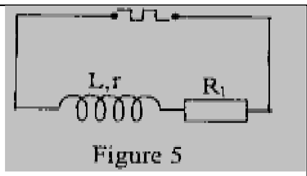


Figure 5

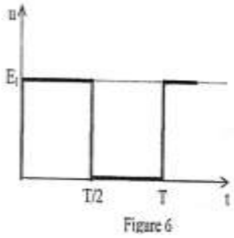
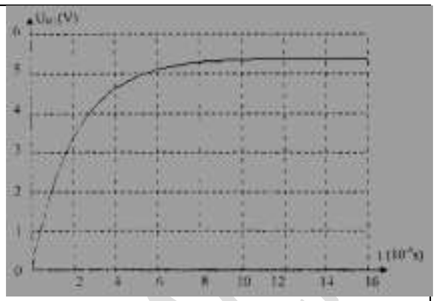


Figure 6


Courbe 7

Exercice 8 :

Un solénoïde de 50 cm de longueur et de 8 cm de diamètre est considéré comme infiniment long ; il comporte 2000 spires par mètre.

1) Donner les caractéristiques du vecteur champ magnétique $\vec{B}$ à l'intérieur du solénoïde quand il est parcouru par un courant.

2) Calculer l'auto-inductance L de ce solénoïde.

3) On réalise avec ce solénoïde le montage suivant (fig. La résistance interne du générateur est négligeable.

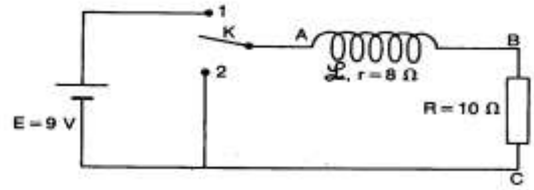
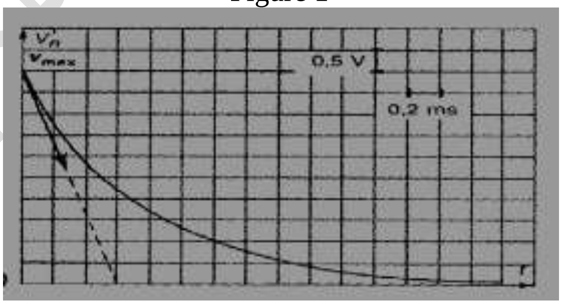


Figure 1

3.a- L'interrupteur K est dans la position 1.
Quelle est en régime permanent l'intensité I_0 du courant dans le circuit ?

3.b- En un temps infiniment bref et à l'instant t = 0, l'interrupteur K passe de la position 1 à la position 2.
Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit l'intensité i du courant dans le circuit.
Vérifier que la solution de cette équation est de la forme : $i = I_o \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$ avec $\tau = \frac{L}{R+r}$ constante de temps.



0 figure 2 t(ms)

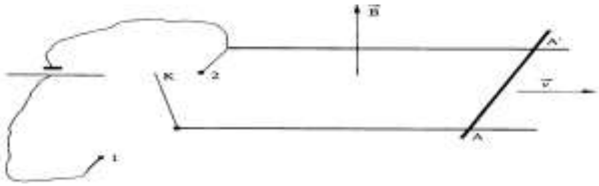
4) Soit V_R la tension aux bornes du dipôle BC.
Soit t, le temps au bout duquel V_R atteint 90 % de sa valeur maximale.
Soit t_2 le temps au bout duquel V_R atteint 10 % de sa valeur maximale.

4.1 Exprimer $t_d = t_2 - t_1$ en fonction de τ.

4.2 A partir de la courbe $V_R = f(t)$ représentée (fig. 2), déterminer t_d et en déduire la valeur de τ.

Exercice 9 :

On considère le système suivant : deux rails parallèles et horizontaux peuvent être, soit branchés sur un générateur de f.é.m. E = 2 volts (interrupteur K en position 1), soit mis en court-circuit (K en position 2).
Les rails sont distants de l = 0,25 m et baignent dans un champ magnétique vertical $\vec{B}$ dirigé vers le haut et d'intensité B = 0,5 tesla.



Une tige métallique AA', de masse m = 10 g peut glisser sans frottement sur les rails et sa résistance entre les deux rails vaut R = 0,5 ohm. Toutes les autres résistances sont négligeables. Il en est de même de l'auto-inductance du circuit.

1) Calculer l'intensité I du courant qui traverse AA', la d.d.p. e entre les points A et A', et l'intensité de la force électromagnétique qui s'exerce sur la tige métallique dans les deux cas suivants

1.a- K en position 1 et la tige est immobile.

1.b- K en position 2 et la tige se déplace avec la vitesse $v = 10\ m.s^{-1}$.

2) L'interrupteur K étant en position 1, la tige AA' a une vitesse constante et imposée v (en $m.s^{-1}$), dont la direction et le sens sont indiqués sur la figure. Déterminer la fonction I = f(v). Représenter le graphe de cette fonction. Calculer I pour les valeurs, $v_1 = 10\ m.s^{-1}$ et $V_2 = 22\ m.s^{-1}$.

3) A la date t = 0, la tige est immobile et on ferme l'interrupteur en position 1. A une date t quelconque, appliquer le théorème du centre d'inertie à la tige. En déduire que la vitesse v obéit à l'équation suivante : $\frac{dv}{dt} + \frac{l^2B^2}{mR}v = \frac{El\,B}{mR}$

.Vérifier que $v = \frac{E}{Bl}\left[1 - \exp(-\frac{l^2B^2}{mR})t\right]$ est solution de cette équation.

Calculer la vitesse limite V_L atteinte par la tige.

Montrer que cette vitesse limite peut se déduire de la question 2).

Exercice 10 :

Une bobine a pour résistance R = 10Ω et pour inductance L = 1 H. On établit à ses bornes, à la date t = 0, une tension U = 6 V, délivrée par un générateur de tension continue G.

1) Vérifier que l'intensité du courant électrique, dans le circuit est donnée par la relation :

$$\mathbf{i = \frac{U}{R}\left(1 - \exp\left(-\frac{R}{L}\right)t\right) \quad (1)}$$

On vérifiera que (1) est bien solution de l'équation différentielle régissant l'établissement du courant i dans le circuit.2) Quelle est l'intensité du courant en régime permanent ?

3) On mesure l'intensité du courant en fonction du temps. On obtient le tableau suivant :

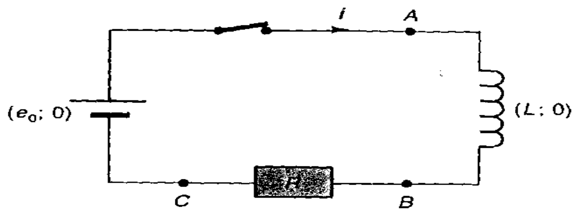
t(s)	0	0,05	0,10	0,15	0,30
i(A)	0	0,24	0,38	0,47	0,57

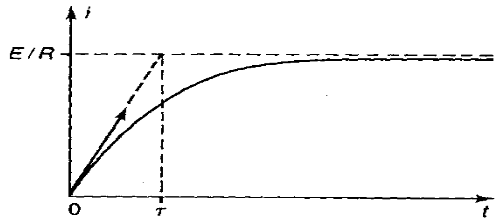
Tracer la courbe représentative de la fonction i = f(t).

4) Quelle est l'influence du rapport $\tau = \frac{L}{R}$, appelé constante de temps du circuit, sur le comportement du circuit ? Que vaut i pour t = τ ?

Exercice 11 :

Le circuit représenté ci-dessous comporte, placés en série, une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, une résistance R et un générateur, de f.e.m. constante e et de résistance interne nulle. On a représenté la variation de l'intensité du courant pendant l'établissement de celui-ci.





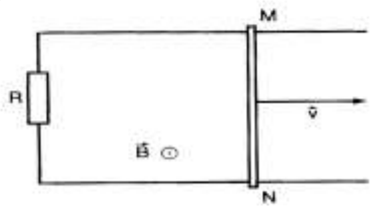
1) Représenter graphiquement la tension u aux bornes de la résistance R en fonction du temps.

2) Exprimer la tension U_L aux bornes de la bobine en fonction de e et u En déduire la courbe représentant la variation de U_L en fonction du temps.

3) A Pourquoi peut-on dire que la bobine est équivalente à un court-circuit en régime permanent (c'est-à-dire au bout d'un temps $t >> \tau = \frac{L}{R}$) ?

Exercice 12 : Induction sur les Rails de Laplace

Deux rails conducteurs AA' et CC', parallèles, de résistance négligeable, séparés par une distance l = 25 cm,sont placés dans un pion horizontal. Une tige métallique rigide, de masse négligeable, perpendiculaire au pion des rails, peut glisser sans frottement dans une direction parallèle aux rails. La tige de longueur l a une résistance R = 0,8 Ω. L'ensemble est placé dans un champ magnétique $\vec{B}$ perpendiculaire au plan des railset d'intensité B = 1 T. On déplace la tige à la vitesse

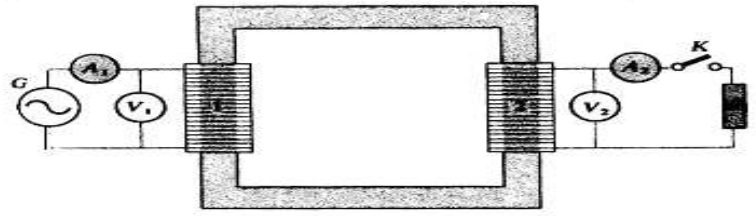


Constante V = 10 m.s^{-1}, de gauche à droite.

1) Choisir sur le circuit un sens de parcours arbitraire et déterminer le vecteur surface $\vec{S}$ puis calculer le flux du champ magnétique à travers ce circuit pour une position quelconque de la tige MN. (poser AM = x)
2) En utilisant la loi de FARADAY
2.a- Calculer la force électromotrice induite e qui apparaît dans le circuit.
2.b- Calculer l'intensité du courant induit. Quel est son sens ?
3) Retrouver le sens du courant induit en utilisant la loi de LENZ.
Représenter la force électromagnétique créée au cours du déplacement de la tige.

Exercice 13 : Etude d'un transformateur

Le primaire d'un transformateur comporte N_1 = 3300 spires le secondaire en comporte N_2 = 360.



Le circuit secondaire étant ouvert (interrupteur K ouvert), on applique une tension sinusoïdale de valeur efficace U_1 au primaire. On constate que la valeur efficace de l'intensité du courant I_1 au primaire est pratiquement nulle et qu'il apparaît aux bornes du secondaire une tension de valeur efficace U_2.
1) En admettant que le flux du champ magnétique à travers le primaire est le même que celui qui traverse le secondaire, démontrer que : $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$
On négligera la résistance du primaire.
2) On alimente le primaire avec une tension sinusoïdale de valeur efficace U_1 = 220 V. Calculer la valeur efficace de la tension U_2 qui apparaît au secondaire.
3) Un manipulateur distrait alimente le secondaire, avec une tension sinusoïdale de valeur efficace U = 220 V. Calculer la tension U' qui apparaît aux bornes du primaire. Ce mode d'utilisation du transformateur vous parait-il normal ? Justifier. Quelle tension peut-on appliquer au secondaire sans risque d'endommager le transformateur ?

SERIE P9 : CONDENSATEURS : ETUDE DU DIPOLE (R ; C)

Exercice 1 :

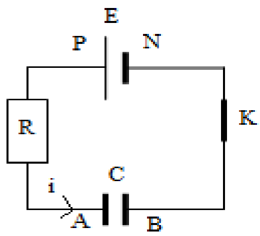
Un condensateur de capacité C = 2µF est chargé sous une tension constante U_0 = 1000 V.

1) Trouver sa charge Q_0 et l'énergie W_0 initialement emmagasineuse.
2) Le condensateur précédent, isolé, après la charge, est par la suite branchée aux bornes d'un second condensateur initialement déchargé, de capacité C' = 0,5 µF. Calculer à l'équilibre :

2.1) La tension U aux bornes de chaque condensateur ;
2.2) les charges Q et Q' des deux condensateurs.
2.3) L'énergie W' totale emmagasinée dans l'association des condensateurs.
2.4) Comparer cette énergie W_0. Qu'est devenue la différence d'énergie ?

Exercice 2 :

On considère le circuit électrique schématisé ci-contre comportant en série : Un générateur de force électromotrice **E = 6V** et de résistance interne négligeable, un condensateur de capacité C et ne résistance R



A la date t = 0, le condensateur étant non chargé, on ferme K. L'intensité instantanée i du courant est comptée positivement dans le sens qui pointe vers l'armature A (voir figure).

1) Etablir l'équation différentielle liant la charge q de l'armature A, sa dérivée première par rapport au temps (dq/dt) et les constantes R, E et C.

2) Vérifier que $q = CE\,(1 - e^{-t/RC})$ est solution de cette équation différentielle. Donner l'expression de la tension u_c aux bornes du condensateur en fonction du temps

3). On mesure la tension u_c aux bornes du condensateur en fonction du temps. On obtient les valeurs suivantes :

t(s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
u_c(V)	0	1,60	2,75	3,80	4,20	4,70	5,00	5,30	5,50	5,60	5,75

3.1. Tracer alors le graphe uc = f(t). Echelles : 1cmpour 10s et 1cm pour 0,5V.

3.2. Quelle est l'ordonnée de l'asymptote horizontale ? Justifier la réponse.

3.3. Tracer la tangente à l'origine à cette courbe et montrer qu'elle coupe l'asymptote horizontale en un point d'abscisse t = τ. Déterminer la valeur de τ.

4) Soit t_1 le temps au bout duquel u_c atteint 10% de sa valeur maximale et soit t_2 le temps au bout duquel u_c atteint 90% de sa valeur maximale. Exprimer, en fonction de τ, le temps de montée t_d défini par $t_d = t_2 - t_1$. Déterminer τ. Comparer cette valeur à celle obtenue à la question 3.3.

5) Sachant que R = 2 kΩ, calculer la capacité C du condensateur.

Exercice 3 ;

1) On charge un condensateur avec un générateur à courant constant délivrant une intensité de 0,1 mA. Un voltmètre électronique a permis de relever la tension aux bornes du condensateur à différentes dates :

t (s)	0	2	4	6	8	10
U_{AB} (V)	0	1	1,96	3	4	4,90

2.1) Tracer U_{AB} = f (t).
2.2) Trouver la capacité du condensateur.

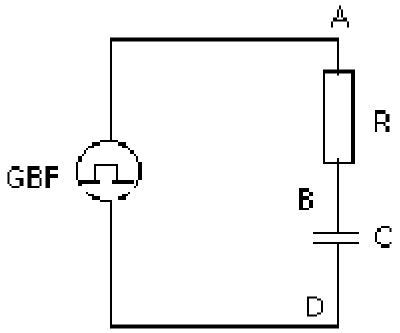
3) Etablir l'expression de l'énergie W emmagasinée dans le condensateur en fonction du temps.

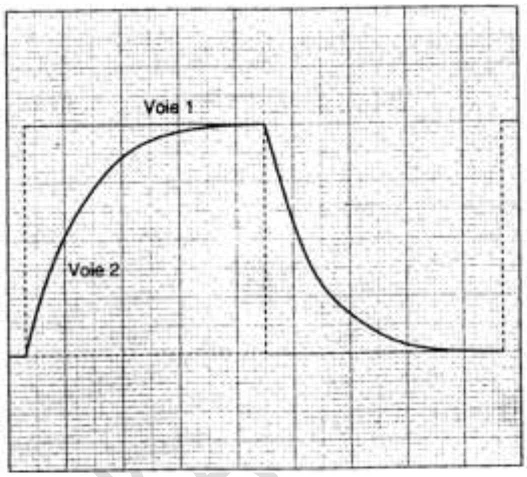
3.1 Tracer le graphe W = f (t).

3.2 Vers quelles limites tendent théoriquement U_{AB} et W lorsque t → ∞ ? Ces limites sont-elles accessibles ? Pourquoi ?

Exercice 4 :

A l'aide du montage représenté ci-dessous, on obtient l'oscillogramme.





Réglages de l'oscilloscope :
- base de temps : 2 ms/div
- sensibilité verticale sur les deux voies : 1,0 V/div

1) Comment doit-on relier les points A, B et D du circuit aux trois bornes entrée Y_1, entrée Y_2 et masse de l'oscilloscope ?

2) A partir de l'oscillogramme, déterminer :
- la période T de la tension en créneaux délivrée par le G.B.F. ;
- la tension maximale U_0 délivrée par le G.B.F.

3) La tension u_c aux bornes du condensateur pendant la charge et la décharge est donnée par :

$$\begin{cases} uc = E(1-e-t/RC) \text{ pendant la charge} \\ uc = Ee-t/RC \text{ pendant la décharge} \end{cases}$$

3.1 Montrer que la constante de temps τ du circuit correspond au temps au bout duquel la charge et la décharge du condensateur sont réalisées à 63 %.

3.2 Utiliser ce résultat pour évaluer la constante de temps t du circuit. Sachant que R = 2,0 kΩ, en déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

Exercice 5 :

On étudie la charge d'un condensateur au travers d'une résistance. On utilise alors un générateur de tension idéal de force électromotrice E. On effectue une saisie automatique de la tension $U_c(t)$. Le montage est schématisé ci-dessous. A l'instant initial, le condensateur est déchargé, on bascule alors l'interrupteur en position K_2.

1) Refaire le schéma du montage et représenter les tensions E, U_c et U_R ainsi que le sens de i, la voie Y et la masse M permettant de visualiser la courbe du document ci-dessous. Donner la relation ente E, U_c et U_R.

2) Déduire de la courbe la constante de temps τ du dipôle. Calculer la résistance R sachant que C = $1\mu F$

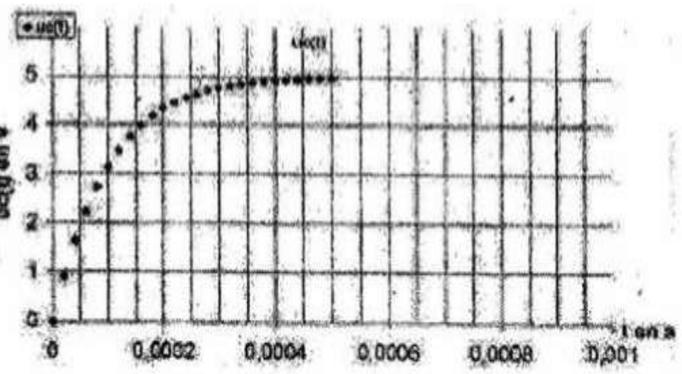
3) Etablir l'équation différentielle à laquelle satisfait U_c.

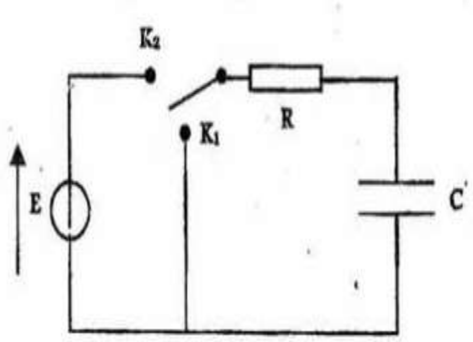
4) Déterminer la valeur de la force électromotrice E du générateur. Justifier.

5) Déterminer la valeur de l'intensité i dans le circuit pour t = 0. Justifier.

6) Déterminer la valeur de l'intensité i dans le circuit pour t $> 5\tau$. Justifier.

7) Montrer que : $\frac{dU_c}{dt} = 10^4(5 - U_c)$





Exercice 6 :

Pour étudier la réponse d'un dipôle (R ; C) à un échelon de tension, on met à la disposition des élèves, sur chaque poste de travail : un condensateur de C = $50\mu F$, un résistor de résistance R inconnue, un générateur délivrant une tension constante E, un oscilloscope à mémoire, un interrupteur et des fils de connexion.

1) Reproduire le schéma de la **figure 1** et y représenter la masse et les deux voies et de l'oscilloscope à fin de visualiser sur la voie Y_A la tension U_G délivrée par générateur et sur la voie Y_B la tension U_c aux bornes du condensateur.

2) On ferme l'interrupteur K, on obtient sur l'écran de l'oscilloscope à mémoire les chronogrammes du **document 1** du condensateur.

2.1) Etablir l'équation différentielle que vérifie la tension U_c aux bornes du condensateur.

2.2) Montrer que $U_c(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ est la solution de cette équation différentielle où τ est la constante de temps du dipôle.

2.3) Déterminer graphiquement les valeurs de E et τ. En déduire la valeur de R.

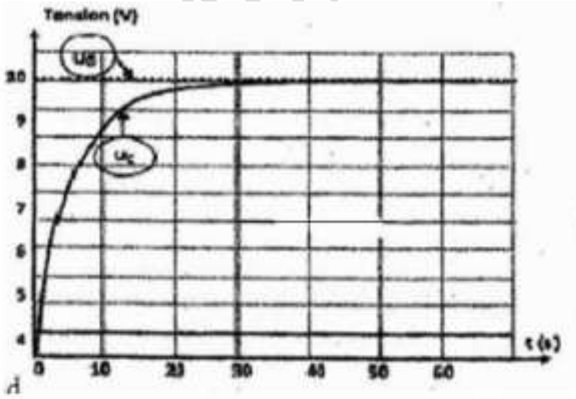
3) On note θ la durée au bout de laquelle le condensateur sera chargé à 99%.

3.1) Evaluer la durée θ.

4.1) Exprimer la tension aux bornes du résistor en fonction de t, τ et E.

4.2) En déduire l'expression de l'intensité de i(t) tout en précisant les valeurs que prend l'intensité respectivement à la fermeture de l'interrupteur K et lorsque le condensateur sera complètement chargé.

4.4) En déduire le rôle que joue le condensateur dans le circuit de la **figure 1** en régime permanent.



Document 1

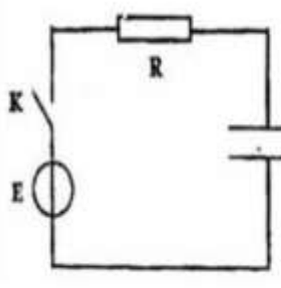


Figure 1

Exercice 7 :

On dispose au laboratoire un dipôle RC. Pour déterminer expérimentalement la valeur de C et de R on réalise le circuit ci-dessous comportant : le dipôle RC ; un interrupteur K ; un générateur de tension idéale de f.e.m E et résistor de résistance R_0 = 3R.

I/ La charge du condensateur par le générateur de tension :

Le condensateur étant initialement chargé ; à t = 0s, on bascule l'interrupteur K en position 1.
Un dispositif d'acquisition de données reliées à un ordinateur donne le **document (1)** qui représente l'évolution de la tension aux bornes du condensateur au cours du temps.

1) Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension U_c aux bornes du condensateur pendant la phase de charge, s'écrit $\tau_0 \times \frac{dU_c}{dt} + U_c = E$; avec $\tau_0 = C(R + R_0)$

2) Une solution de cette équation est de la forme : $U_c(t) = A(1 - e^{-\alpha t})$, compte tenu de la condition initiale relative à la charge du condensateur :

2.1) En vérifiant que cette expression est solution de l'équation différentielle, identifier A et α en fonction de E ; R ; R_0 et C.

2.2) Montrer que le produit $C(R + R_0)$ est homogène à un temps.

3) En utilisant le **document (1),** déterminer :

3.1) La valeur de la f.é.m E du générateur

3.2) La valeur de la constante de temps τ_0. Expliquer la méthode utilisée.

3.3) Déterminer le temps de charge t_1 si on admet que le condensateur est complètement chargé lorsqu'il a acquis 99% de sa charge maximale.

II/ Décharge du condensateur :

Le condensateur précédent est complètement chargé. A une nouvelle origine des temps t = 0s, on bascule l'interrupteur K en position 2. Le dispositif d'acquisition donne le **document (2)** qui représente l'évolution temporelle.

1) Faire le schéma du circuit de la décharge du condensateur et représenter les flèches tensions aux bornes du résistor et du condensateur.

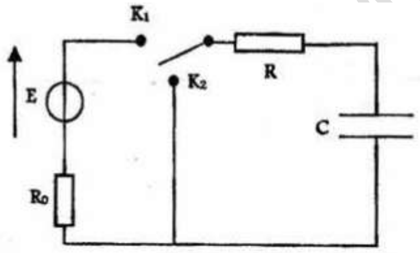
2) L'équation différentielle vérifiée par la tension $\mathbf{U_c}$ aux bornes du condensateur pendant cette phase devient : $\boldsymbol{RC \times \frac{dU_c}{dt} + U_c = 0}$**.**

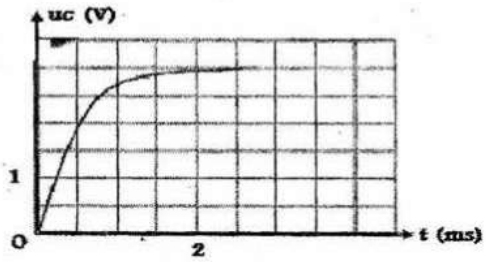
2.1 Montrer que $\boldsymbol{U_c(t) = Ee^{-\frac{t}{\tau}}}$ est bien une solution de cette équation différentielle avec $\boldsymbol{\tau = RC}$ constante du temps du dipôle **RC**.

2.2 Montrer que l'expression de l'intensité du courant électrique s'écrit **i(t) =** $\boldsymbol{-\frac{E}{R}e^{-\frac{t}{\tau}}}$

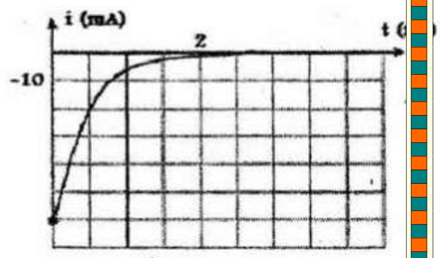
2.3 Déterminer à partir du **document 2**, l'intensité du courant I_0 à l'origine des temps.

2.4 En déduire la valeur de R ; R_0 et C.





document 1



document 2

SERIE P10 : OSCILLATIONS MEACNIQUES LIBRES

EXERCICE 1 :

On désire déterminer les caractéristiques d'un système ressort-masse par deux méthodes différentes :

1. Méthode statique :

L'extrémité supérieure du ressort, de masse négligeable, est fixée. A son extrémité libre sont suspendues successivement des masses de différentes valeurs (figure a). Pour chaque masse m l'allongement Δl est mesuré. Le tableau de mesure suivant est obtenu.

m (kg)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Δl(cm)	2,5	5	7,5	10	12,4	15,1	17,5	19,8

1-1. Tracer le graphe de l'allongement Δl en fonction de la masse m. En déduire la relation numérique entre Δl et m.

1-2. Faire le bilan des forces qui s'exercent sur la masse. Traduire la condition d'équilibre et en déduire l'expression de k en fonction de m, Δl, et l'intensité de la pesanteur g. Calculer *k*. On donne g = 9,81m.s^{-2}

1-3. On fixe au ressort par la suite une masse m déterminée et on tire la masse vers le bas d'une distance b=3cm à partir de la position d'équilibre avant de la lâcher sans vitesse.

a) Etablir l'expression de l'énergie mécanique du système ressort-masse en fonction de $\dot{x}$, *k*, m, g, x_o (l'allongement à l'équilibre) et x l'abscisse de m. L'énergie potentielle de pesanteur a pour origine l'état d'équilibre.

b) A partir de la conservation de l'énergie mécanique, établir l'équation différentielle du mouvement de la masse m. Donner les valeurs de toutes les constantes qui figurent dans une solution de cette équation. On donne m = 0,25kg.

c) Calculer la valeur de l'énergie mécanique.

2. Méthode dynamique :

Dans cette partie le ressort précédent est utilisé pour réaliser un oscillateur horizontal (figure b).Le solide de masse M, de valeur inconnue, solidairement lié au ressort, se déplace sur un support horizontal. Tous les frottements sont négligés. On utilise un axe X'X horizontal orienté par le vecteur unitaire $\vec{i}$ et on repère la position du centre d'inertie G par son abscisse x sur cet axe. A l'équilibre le ressort n'est ni comprimé, ni allongé et l'abscisse *x* est nulle (le point G est confondu avec l'origine de l'axe *X'X*). A un instant choisi comme origine des temps, la masse est écartée de sa position d'équilibre de 2cm, et lâchée sans vitesse.

2-1. Etablir l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie G.

2-2. La mesure de 10 oscillations donne 10,6s. Calculer T_o. En déduire la valeur de M.

2-3. Déterminer l'équation horaire du mouvement.

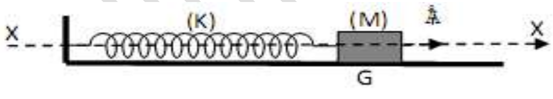


Figure (b)

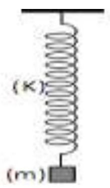


Figure (a)

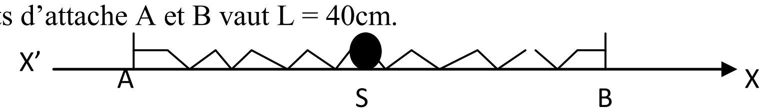
EXERCICE 2 :

Un solide ponctuel de masse m = 0,2kg mobile sur une table à coussin d'air horizontale, est accroché

A deux ressorts identiques (R_1) et (R_2) de masse négligeable tendus entre deux points A et B comme l'indique la figure ci-dessous.

La longueur à vide de chaque ressort est l_o = 15cm et sa constante de raideur *k* = 10N.m^{-1}.

La distance des points d'attache A et B vaut L = 40cm.



1. Déterminer, à l'équilibre, l'allongement de chaque ressort.

2. S étant en équilibre, on l'écarte horizontalement de 3cm vers B et on le lâche sans vitesse initiale à la date t = 0.Le centre d'inertie G du solide est repéré par l'axe horizontal X'OX ; l'origine O des abscisses coïncidant avec la position de G à l'équilibre. On néglige les frottements.

2-1. Etablir l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie G.

2-2. Déterminer l'équation horaire du mouvement.

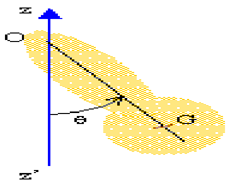
3. Exprimer à la date t l'énergie mécanique du système en fonction de k, m, x et $\dot{x} = \frac{dx}{dt}$. En déduire l'expression de E_m en fonction de k, de l'amplitude X_m du mouvement de S et de l'allongement initial x_o de chaque ressort. L'énergie potentielle élastique de chaque ressort est nulle lorsqu'il n'est ni comprimé ni tendu.

4. Retrouver l'équation différentielle du mouvement de S en utilisant l'énergie mécanique.

EXERCICE 3 :

Il est constitué d'un solide de masse m et de centre de gravité G, mobile, sans frottement autour d'un axe horizontal Δ, perpendiculaire au plan de la figure. Le moment d'inertie du solide par rapport à cet axe est J_Δ.

1) Etablir l'équation différentielle vérifiée par θ(t). Montrer que si θ reste petit, le pendule pesant peut être assimilé à un oscillateur harmonique de pulsation propre $\omega_0 = \sqrt{\frac{mga}{J_\Delta}}$ où a= OG.



2) Déterminer la longueur L du pendule simple synchrone à ce pendule pesant.

EXERCICE 4 :

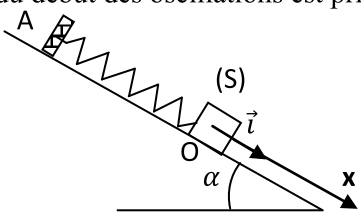
Sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport au plan horizontal, on dispose d'un ressort R de masse négligeable et de constante de raideur k, de longueur l_0, fixé par une de ses extrémités à un point A d'une butée fixe. A son autre extrémité se trouve un petit solide S de masse m, de centre d'inertie G, pouvant glisser sans frottement sur le plan incliné.

5.1 Quand S est au repos la longueur du ressort est l et G est en O. déterminer, lorsque S est au repos, l'expression de l'allongement du ressort en fonction de k, m, g et α. AN : $k = 10N.m^{-1}$; $m = 400g$; $g = 10m.s^{-2}$.

5.2 En tirant sur le ressort de sorte que son axe demeure toujours parallèle à une droite de plus grande pente du plan incliné, on écarte S de sa position d'équilibre de $x_0 = 8cm$. Puis on le libère en le lançant vers le haut avec une vitesse $v = 0{,}3m.s^{-1}$. Des oscillations prennent alors naissance.

5.2.1 Déterminer l'énergie mécanique du système (ressort R + solide S + terre) à un instant t pendant les oscillations. On prendra l'énergie potentielle de pesanteur nulle au point O.

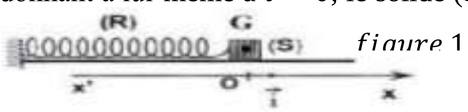
5.2.2 En déduire l'équation différentielle du mouvement et écrire l'équation horaire du mouvement du centre d'inertie G de S dans le repère ; l'instant du début des oscillations est pris comme origine des temps.



EXERCICE 5 :

Au cours d'une séance de TP, un groupe d'élève étudie le mouvement d'un solide (S) de masse m attaché à un ressort R à spire non jointive de raideur K. l'ensemble est posée sur un coussin d'air horizontal comme l'indique la figure 1 :

A l'équilibre le ressort n'est ni allongé ni comprimé. Avec un système approprié, on enregistre la position du centre d'inertie G de (S) à chaque instant t. Cette position est repérée sur l'axe xx' orienté de gauche à droite par un point d'abscisse x. l'origine O du repère (O,$\vec{i}$) coïncide avec la position du centre d'inertie G lorsque (S) est en équilibre. En écartant S de sa position d'équilibre et en l'abandonnant à lui-même à $t = 0$, le solide (S) effectue des oscillations dont l'enregistrement est schématisée sur la figure 2 qui va servir pour répondre aux questions suivantes :



6.1 Préciser en le justifiant si le solide (S)
6.1.1 est écarté vers la droite ou vers la gauche.
6.1.2 est lancé avec ou sans vitesse initiale.
6.1.3 effectue des oscillations amorties ou non amorties.
6.2 Déterminer la valeur de la période T_0 de ces oscillations.
En déduire la valeur de la pulsation ω_0 correspondante.
6.3 Déterminer l'amplitude maximale X_m des oscillations et la phase initiale φ à $t = 0$.
6.4 Ecrire l'équation horaire $x = f(t)$.
6.5 En tenant compte de ce qui précède et sachant qu'au niveau de la position d'équilibre du solide l'énergie potentielle de pesanteur est supposée nulle et que $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$;
6.5.1 Exprimer en fonction de $t; m, k, X_m$ et φ, à un instant t quelconque, l'énergie potentielle E_p du système $S = \{mobile, ressort, terre\}$ et l'énergie cinétique E_c.
6.5.2 En déduire que l'énergie mécanique du système E_m du système S reste constante au cours du temps.
6.5.3 Identifier en le justifiant laquelle des deux courbes $\mathcal{C}_1$ et $\mathcal{C}_2$de la figure 3 correspond à $E_c = f(t)$
6.5.4 Déduire, à partir des courbes de la figure 3 représentant la variation de E_p et de E_c en fonction du temps.

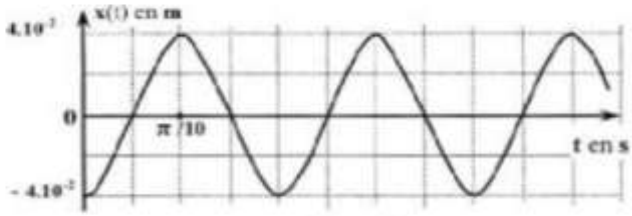


Figure 2

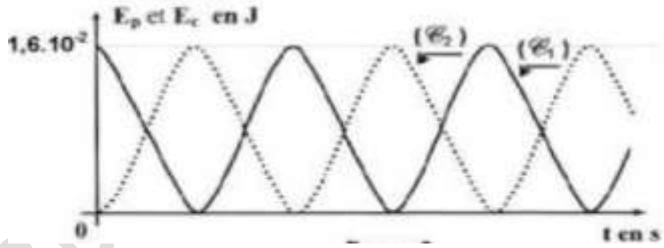
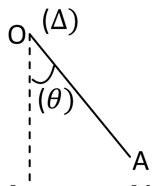
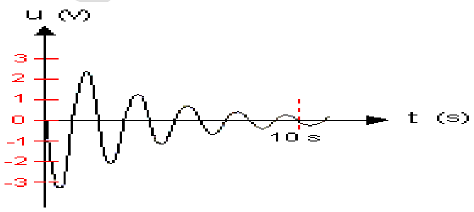


figure 3

EXERCICE 6 :
Une tige homogène OA, peut osciller autour d'un axe horizontal Δ, passant par son extrémité supérieure O.
la masse de la tige est m et sa longueur ℓ.
2.1 Montrer que, si θ est faible, les oscillations sont pratiquement harmoniques.
2.2 Déterminer la pulsation propre de cet oscillateur.
Données : $m = 100\text{g}; \ell = 1\text{m}; J_\Delta = \frac{1}{3}m\ell^2$



EXERCICE 7:
Un corps de masse m forme un anneau autour d'une tige horizontale x'x sur laquelle il peut se déplacer. Un ressort de raideur k, placé autour de la tige, est fixé à celle-ci par une de ses extrémités et, par l'autre, au corps de masse m. Soit 0 la position du centre d'inertie du corps à l'équilibre. Il existe des frottements. On admettra qu'ils se réduisent à une force $\vec{f} = -h\vec{V}$ où $\vec{V}$ désigne la vitesse instantanée du corps de masse m. Le coefficient h est positif.
1)- Etablir l'équation différentielle caractéristique du mouvement du corps.
2)- Quelle est la nature de ce mouvement? Donner l'allure de x (t) selon la valeur du coefficient d'amortissement.
3)- Energie de l'oscillateur.
a) Donner l'expression de l'énergie mécanique de l'oscillateur.
b) Etablir la relation entre la dérivée de l'énergie mécanique par rapport au temps et la puissance de la force de frottement.
c) Commenter cette relation en termes de transferts d'énergie.
4- A l'aide d'une interface reliée à un ordinateur. on a relevé une tension u proportionnelle à x(t) .



L'ordinateur est programmé de telle sorte qu'à 1 volt corresponde 1cm. A partir du graphique ci-dessus :
a) Déterminer les conditions initiales imposées à cet oscillateur.
b) Calculer la pseudo-période

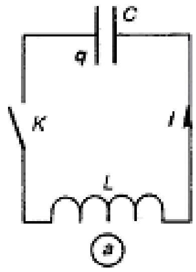
SERIE P11 : OSCILLATIONS ELECTRIQUES LIBRES ET OSCILLATIONS ELECTRIQUES FORCEES

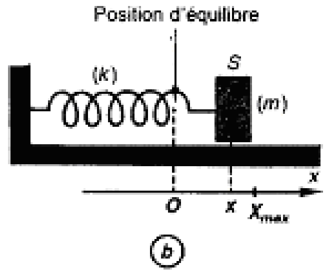
<u>EXERCICE 1</u> : Analogie entre oscillation mécanique libre et oscillation électrique libre

On réalise le circuit de la figure ci-contre (a); la bobine de résistance négligeable a une inductance L = 50 mH ; la capacité du condensateur vaut C = 5 µF.

1) On ferme l'interrupteur K. Quel phénomène se produit dans le circuit ? Justifier.

En utilisant le sens positif du courant du circuit, établir l'équation différentielle liant la charge q de l'armature de gauche du condensateur à sa dérivée seconde par rapport au temps.





2) En déduire l'expression littérale de la période propre T_o du circuit, ainsi que sa valeur numérique.

3) On réalise maintenant un pendule élastique horizontal en accrochant, à l'extrémité d'un ressort de raideur k, un solide S de masse m = 100 g, qui peut se déplacer sans frottement sur un support horizontal (fig. b).

On écarte le solide S d'une distance X_{max} par r apport à sa position d'équilibre O et on le lâche sans vitesse initial à la date t = 0.

<u>3.1</u>- Soit x l'élongation, à l'instant t, du centre d'inertie G du solide S. Exprimer, à chaque instant, en fonction de k, m, x et $\frac{dx}{dt}$, l'énergie cinétique E_c, l'énergie potentielle E_p et l'énergie mécanique Em du système (ressort + solide S).Que peut-on dire de Em ? Pourquoi ?

<u>3.2</u>- À partir de l'étude énergétique Em, établir l'équation différentielle liant l'abscisse x de G à sa dérivée seconde par rapport au temps.

<u>3. 3</u>- En déduire l'expression littérale de la période T_0 des oscillations du pendule.

Application numérique : k = 25 $N.m^{-1}$.

4.1- En comparant les équations qui régissent les deux systèmes étudiés, mettre en évidence une analogie entre les grandeurs mécaniques et électriques. Préciser les grandeurs mécaniques correspondant, respectivement :

- à la charge q ;
- à la capacité C ;
- à l'intensité i du courant ;
- à l'inductance L de la bobine.

4.2- Utiliser cette analogie pour trouver l'expression de l'énergie E emmagasinée dans le circuit (LC) à chaque instant.

<u>EXERCICE 2 :</u>

La bobine et le condensateur sont deux composants électriques courants, utilisés dans les circuits les plus divers : microprocesseurs d'ordinateurs, horloges électroniques, émetteurs et récepteurs radios et télé, amplificateurs, etc.

L'objectif visé dans cet exercice est d'étudier la charge d'un condensateur et sa décharge à travers une bobine.

1 Un condensateur de capacité C =1 µF, initialement déchargé est placé en série avec un conducteur ohmique de résistance R = 10 kΩ, un interrupteur K et un générateur G de résistance négligeable qui maintient entre ses bornes une tension constante U_0 = 5 V. Le circuit est schématisé ci-contre (figure1). L'interrupteur K est fermé à la date t = 0. Le sens d'orientation choisi est indiqué sur le schéma et q désigne la charge de l'armature liée à A. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $U_{AB}(t)$ au cours de cette étape de charge du condensateur.

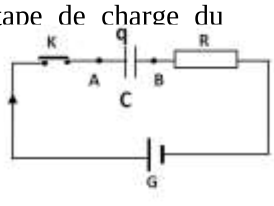


Figure 1

2 Vérifier que $U_{AB}(t) = U_0\,(1- e^{-t/\tau})$ est solution de l'équation différentielle précédemment établie, relation où τ est une constante que l'on exprimera en fonction de R et C.Calculer .

2 Afin de vérifier expérimentalement la loi de variation de $U_{AB}(t)$ et de déterminer la valeur de τ, on relève la valeur de U_{AB} à différentes dates t.

Ce qui a permis de tracer la courbe U_{AB} = f(t) jointe en bas de page. ***<u>figure 3</u>.***

3.1 L’allure du graphe obtenu est-il en accord avec l’expression de $U_{AB}(t)$ donnée en 4.2 ?
3.2 En utilisant la courbe, déterminer la valeur de τ (on pourra simplement expliciter la méthode utilisée pour déterminer τ.Comparer le résultat à la valeur théorique trouvée en 4.2 et conclure.

4 Exprimer l’intensité instantanée du courant électrique i(t) en fonction de $\frac{dU_{AB}}{dt}$, dérivée première de $U_{AB}(t)$ en fonction du temps. En déduire l’expression de i(t) en fonction de U_0, R, C et t. Représenter l’allure de la courbe i(t) = f(t).

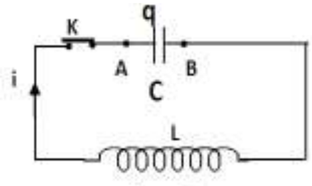
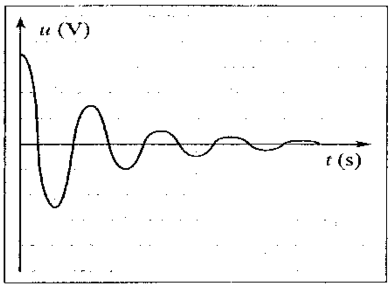


Figure 2

5. A la date t = 0, le condensateur précédent, chargé sous la tension U_0 = 5V, est déchargé à travers une bobine d’inductance L et de résistance négligeable (figure 2).
5.1 Etablir l’équation différentielle traduisant les variations de la charge q(t) du condensat
5.2 En déduire alors l’expression littérale puis numérique de la charge du condensateur en fonction du temps. Calculer la période des oscillations électriques du circuit. On prendra L = 10 mH

EXERCICE 3 :

Un circuit série comprend une bobine d’inductance L et de résistance R, et un condensateur de capacité C. La figure représente la visualisation sur l’écran d’un oscilloscope, de la tension u en fonction du temps t aux bornes du condensateur au cours de la décharge de celui-ci dans le circuit :



- sensibilité horizontale : 100 µs/div
- sensibilité verticale : 2 V/div

1) Déterminer la période et la fréquence des oscillations électriques pseudo-périodiques.
2) Quelle est la cause de l’amortissement des oscillations ?
3) On admet que l’amortissement ne modifie pas sensiblement la fréquence des oscillations.
Calculer la capacité du condensateur si l‘inductance de la bobine est L = 0,1 H.
4) Calculer l’énergie initiale E_e du condensateur.

Figure(4)

Calculer l’énergie dissipée E_J par effet Joule lors de la première oscillation.

EXERCICE 4 :

Sous le contrôle de leur professeur, un groupe d’élèves se propose de déterminer les caractéristiques électriques d’une bobine et d’un condensateur démontés d’un poste récepteur radio. Ces élèves associent, en série la bobine (L, r), le condensateur de capacité C, un conducteur ohmique de résistance R = 80 Ω et un ampèremètre de résistance négligeable. Aux bornes de cette association, ils branchent un générateur de basse fréquence (G B F) délivrant une tension sinusoïdale de valeur efficace U = 3 V et de fréquence N variable.
1 Représenter, par un schéma clair et annoté, le circuit électrique réalisé par ces élèves.
2 Ces élèves font varier la fréquence N de la tension et notent la valeur de l’intensité efficace I du courant traversant le circuit. Ils obtiennent le tableau suivant : Echelle : 1cm →100 Hz ; 1 cm →2,0 mA.

N(Hz)	800	820	840	850	860	863	870	880	890	900	920	940	1000
I(mA)	7,1	10,1	16,8	23,1	29,4	30	27,5	20,7	15,4	12,1	8,3	6,3	3,7

2-1 Tracer la courbe représentant les variations de l’intensité efficace en fonction de la fréquence : I = f(N).
2-2 Déterminer, graphiquement, la valeur N_0 de la fréquence de la tension pour laquelle l’intensité efficace du courant atteint sa valeur maximale I_0 que l’on précisera
2-3 Déduire, de l’expression de l’intensité efficace maximale I_0, la valeur de la résistance r de la bobine.
3 La bande passante du circuit est délimitée par les fréquences, notées N_1 et N_2, de la tension délivrée par le G B F et correspondant aux intensités efficaces I_1 et I_2 du courant telles que $I_1 = I_2 = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$.
3-1 Déterminer, graphiquement, la largeur de la bande passante de ce circuit.
3-2 En déduire l’inductance L de la bobine.
3-3 Calculer la valeur de la capacité C du condensateur.
4 Pour vérifier que le mode de fonctionnement du circuit correspond à l’intensité efficace maximale du courant, les élèves branchent aux bornes du conducteur ohmique d’une part, aux bornes du GBF d’autre part, un oscillographe bi courbe. Ils observent effectivement, sur l’écran de l’oscillographe, deux courbes disposées comme prévues.
4-1 Représenter le schéma du circuit en indiquant les branchements de l’oscillographe.
4-2 Représenter, qualitativement, les courbes observées sur l’écran de l’oscillographe.

EXERCICE 5 :

Un groupe d'élèves de terminale S étudie un dipôle (R, L, C) série. Ce dipôle est constitué d'une bobine d'inductance L = 0,4 H et de résistance négligeable, d'un conducteur ohmique de résistance R = 60 Ω et d'un condensateur de capacité C réglable. Il est alimenté par un GBF (schéma ci-contre). Les élèves veulent observer l'évolution de l'intensité du courant traversant le circuit, sur la voie A, et la tension délivrée par le GBF, sur la voie B, d'un oscillographe bicourbe.

1 Recopier le schéma du circuit en y indiquant les branchements que le groupe doit effectuer pour faire ces observations.

2 Pour une valeur C1 de la capacité du condensateur et pour les réglages : (2 ms/division), (1 V/ division sur la voie A), (2 V/ division sur la voie B), les élèves observent sur l'écran de l'oscillographe les courbes suivantes : ***figure* 6**

2.1 Déterminer les valeurs efficaces de la tension aux bornes du GBF et de l'intensité du courant.

2.2 Déterminer la fréquence N de la tension délivrée par le GBF puis l'impédance du dipôle étudié.

2.3 Préciser le comportement capacitif ou inductif du dipôle étudié, puis déterminer la différence de phase φ, entre la tension délivrée par le GBF et le courant traversant le circuit.

2.4 Ecrire les expressions de l'intensité et de la tension délivrée par le GBF sous l
i(t) = Imax cos (ω t) et u(t) = Umax cos (ω t + φ). On donnera les valeurs numériques des constantes qui figurent dans les deux expressions.

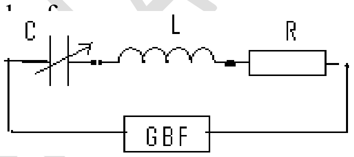


***figure* 5**

2.5 Calculer la valeur C1 de la capacité du condensateur.

3 On fait varier la capacité du condensateur. Pour une valeur C2 de cette capacité l'intensité efficace du courant est maximale.

3.1 Préciser, pour cette valeur C2 de la capacité du condensateur, le phénomène physique qui se produit dans le circuit.

3.2 Calculer alors la valeur C2 de la capacité du condensateur pour N = 50 Hz.

EXERCICE 6 :

Le condensateur est un composant qui peut emmagasiner de l'énergie électrique. Cette énergie peut être restituée, à tout moment, sous diverses formes. Dans la suite on étudie la charge puis la décharge d'un condensateur. Pour ce faire, on réalise le montage (***figure* 7**).

1 Etude de la charge du condensateur

Le condensateur étant initialement déchargé, on ferme l'interrupteur K en position 1 (**figure 7**) à la date t = 0. On considère, dans cette étape, qu'un courant d'intensité constante $I = 17\mu A$ traverse le circuit. On enregistre, par un dispositif approprié, les valeurs de la tension U_{AB} entre les armatures du condensateur au cours du temps t. L'enregistrement étant terminé, on calcule, pour chaque valeur de t la charge q(t) de l'armature A du condensateur.

1.1. Tenant compte de l'orientation du circuit, donner l'expression qui permet de calculer la charge q en fonction de la date t.

1.2 Le graphe de la charge q en fonction de la tension U_{AB} est représenté à la **figure 8**. Déduire, par exploitation du graphe :

a) la capacité C du condensateur.

b) la date à laquelle la tension U_{AB} prend la valeur 1,80 V.

4.2 Etude de la décharge du condensateur

Lorsque la tension entre les armatures vaut U_0 = 3,85 V, on bascule l'interrupteur en position 2, à une date prise comme origine des temps.

2.1 Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension instantanée U_{AB} est de la forme : $\frac{1}{\beta}\frac{dU_{AB}}{dt} + U_{AB} = 0$ où β est une constante dont on donnera l'expression en fonction des caractéristiques des dipôles du circuit.

2.2. Donner le nom de la constante $\frac{1}{\beta}$; préciser sa signification physique.

2.3. L'équation différentielle a une solution de la forme $U_{AB}(t) = \alpha e^{-\beta t}$ où α est une constante.

2.3.1 Préciser la valeur de α. Ebaucher la courbe traduisant la variation de la tension $U_{AB}(t)$ aux bornes du condensateur en fonction du temps.

2 3.2 Exprimer, puis calculer l'énergie, E_0, emmagasinée par le condensateur, à la date t = 0.

2.3.3 En supposant que cette énergie a pu être restituée, totalement, par le flash d'un appareil photo, en une durée égale à 0,1 ms, calculer la puissance moyenne de ce « flash ».

EXERCICE 7 :

Lors d'une séance de travaux pratiques, des élèves d'un lycée se proposent de déterminer la capacité d'un condensateur, l'inductance et la résistance d'une bobine trouvés dans le laboratoire, sans aucune étiquette. Pour cela, ces élèves disposent du matériel suivant :

- un générateur de basses fréquences (GBF), un conducteur ohmique de résistance R = 80Ω,
- la bobine d'inductance L et de résistance r, le condensateur de capacité C,
- un ampèremètre de résistance négligeable, un voltmètre et des fils de connexion en quantité suffisante.

Les élèves réalisent un montage en série avec la bobine, le conducteur ohmique, le condensateur, l'ampèremètre et le générateur basse fréquence (GBF) qui délivre une tension sinusoïdale. Le voltmètre, branché aux bornes M et N du GBF, permet de vérifier que la tension efficace a ses bornes est maintenue constante et égale a U = 1,00 V.

1. Représenter le schéma du circuit électrique réalisé par les élèves.

2. Les élèves font varier la fréquence f de la tension délivrée par le GBF, relèvent l'intensité efficace I correspondante et obtiennent le tableau suivant :

$f\,(Hz)$	300	500	600	650	677	700	755	780	796	850	900	1000
I	0,74	1,90	3,47	5,20	6,61	8,05	9,35	7,48	6,61	4,50	3,44	2,40

2.1 Tracer la courbe de l'intensité efficace I en fonction de la fréquence f : I = g (f).
Echelles : en abscisses : 15 mm → 100 Hz ; en ordonnées : 20 mm → 1 mA

2.2. Déterminer graphiquement la fréquence f_0 de résonance du circuit.

2.3. Calculer l'impédance Z du circuit pour f = f_0. En déduire la résistance r de la bobine

2.4. Déterminer la largeur de la bande passante β du circuit.

2.5 Calculer l'impédance du circuit aux extrémités de la bande passante.

3. Ces élèves admettent que la largeur β de la bande passante est telle que : $\beta = \frac{1}{2\pi}.\frac{R_T}{L}$ relation où R_T désigne la résistance totale du circuit oscillant. Déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine et celle de la capacité C du condensateur.

EXERCICE 8 :

Soit un dipôle R, L, C série formé d'un résistor de résistance R, d'une bobine d'inductance L et de résistance r = 17,65 Ω et d'un condensateur de capacité C **(figure 9).** Il est relié aux bornes d'un générateur qui délivre une tension sinusoïdale de valeur efficace constante
U = 1 V. La fréquence f de cette tension est réglable. Le dipôle est parcouru par un courant d'intensité efficace I.

1- Établir l'équation différentielle qui fournit la valeur instantanée u(t) aux bornes du dipôle en fonction de R, r, L, C et de la fréquence. En déduire l'expression de l'intensité efficace I en fonction de f.

2- L'expérience donne le tableau de mesure de l'intensité efficace en fonction de la fréquence, soit :

i(mA)	1	1,8	4,3	7,2	8,5	7,2	4,7	3,2	2,4	1,5	1	0,7
f(Hz)	160	180	200	210	215	220	230	240	250	270	300	350

Tracer la courbe I = g (f). **Echelles** : 2 cm ↔ 1mA ; 1 cm ↔ 20 Hz

3-Indiquer la fréquence de résonance f_0 et l'intensité I_0 correspondante. En déduire R.
A la résonance d'intensité la tension efficace Uc aux bornes du condensateur est donnée par Uc = Q.U où Q est le facteur de qualité du circuit et U la tension efficace a
En déduire les deux expressions de Q, l'une en fonction de L, l'autre en foncti
Pourquoi l'appelle-t-on facteur de surtension ?

4-Déduire de la courbe les valeurs f_1 et f_2 des fréquences qui limitent la bande passante usuelle.

5- En admettant que $|f_2 - f_1| = \frac{f_0}{Q}$. Calculer L et C pour ce circuit.

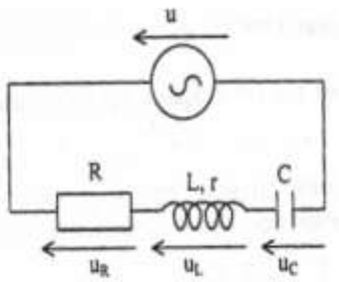


Figure 9

$U_{AB}(V)$

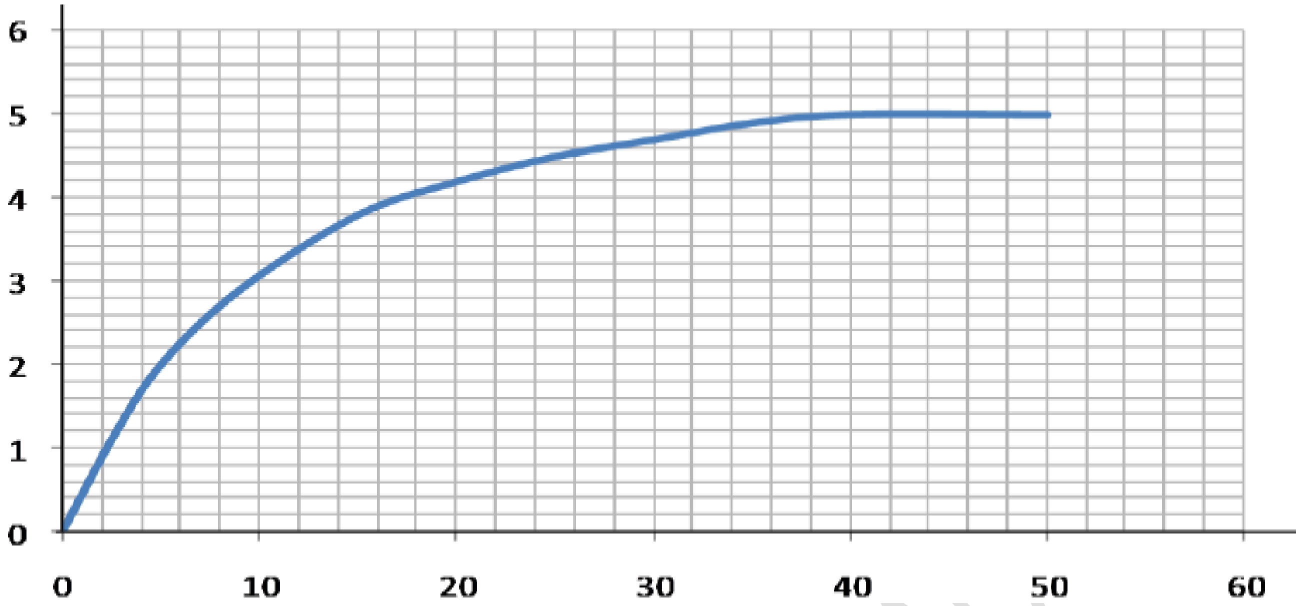


Figure 3

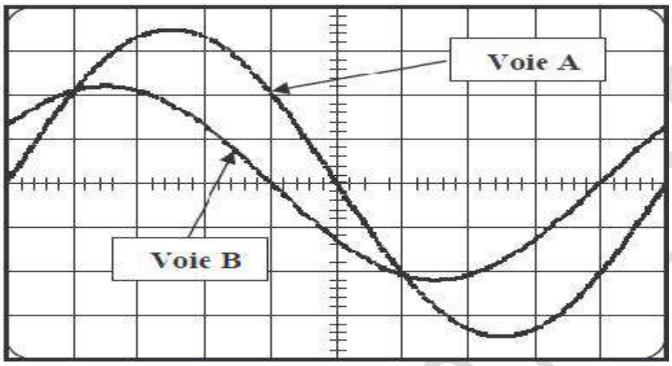
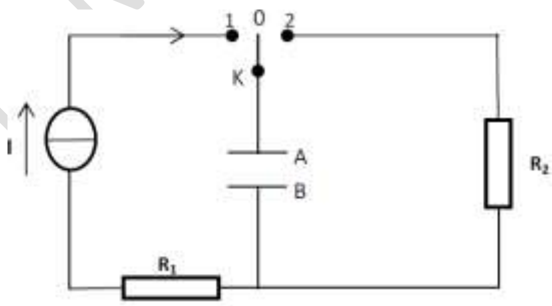


figure 6



fiaure 7

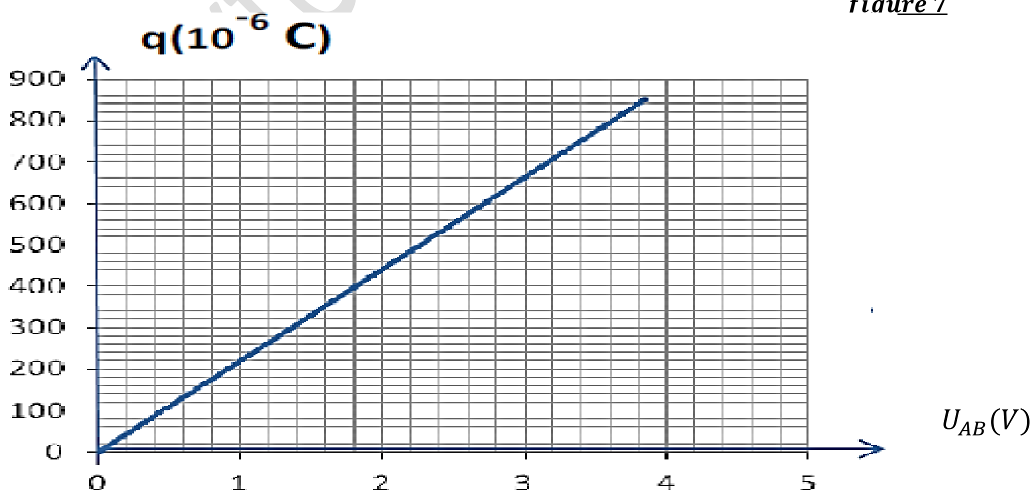


figure 8

SERIE P12 : INTERFERENCES LUMINEUSES

Exercice 1 :

1.1 Peut-on obtenir des interférences lumineuses en éclairant deux fentes fines et rapprochées par deux sources indépendantes ? Justifier.

1.2 Donner les conditions d'obtention des interférences lumineuses.

1.3 La figure d'interférence obtenue avec un laser de longueur d'onde λ_0 est-elle modifiée si on la remplace par un laser de longueur d'onde $\frac{\lambda_0}{2}$

1.4 Comment varie la figure d'interférence si on double la distance entre les fentes ? Si on double la largeur de la fente primaire ? Si on double la distance de l'écran au plan des sources secondaires ?

Exercice 2 :

On réalise l'expérience de YOUNG avec deux fentes très fines S_1 et S_2 parallèles et distantes de a. La source éclairante a la forme d'un filament très fin parallèles aux deux fentes et équidistant de chacune d'elles. Cette source émet une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 589nm$. Les franges d'interférence sont observées sur un écran E parallèle aux fentes S_1 et S_2 à la distance D=1m de celle-ci. La distance a=S_1S_2 est très faible par rapport à D.

2.1. On mesure la largeur de 20 interfranges consécutifs. On trouve $h = 4{,}21mm$. En déduire la valeur de l'écartement a des fentes S_1 et S_2.

2.2. On remplace la source S par une source S' qui émet simultanément deux lumières monochromatiques, l'une de longueur d'onde $\lambda = 0{,}610\mu m$, l'autre de longueur d'onde λ' inconnu. On observe sur l'écran la superposition des systèmes de franges qui correspondent à ces deux lumières.

2.2.1 Montrer que les franges centrales des deux systèmes coïncident.

2.2.2 Calculer la longueur d'onde λ' sachant qu'une nouvelle coïncidence entre les deux systèmes de franges se produit pour la dixième frange brillante correspondant à la longueur d'onde λ et la onzième frange brillante correspondant à la longueur d'onde $'$. La frange centrale est numérotée 0.

2.2.3 Enfin on remplace S' par une source S'' émettant de la lumière blanche. Les longueurs d'ondes des radiations constituant la lumière blanche sont comprises entre $0{,}400\mu m$ et $0{,}750\mu m$. Calculer les longueurs d'onde pour lesquelles il y'a une frange obscure d'interférences en un point de l'écran situé à $2mm$ de la frange centrale.

Exercice 3 :

La lumière a toujours eu un côté mystérieux qui a interpellé les physiciens depuis des siècles. Tour à tour onde ou corpuscule, elle semble échapper à toute représentation une et entière. Les physiciens du XXe siècle ont parlé de complémentarité et de « dualité » pour rendre compte de ces deux représentations qui s'excluent l'une l'autre.

3.1 On désire retrouver la longueur d'onde d'une source laser He-Ne du laboratoire d'un lycée avec le dispositif interférentiel des fentes de Young. Dans ce dispositif la source laser S éclaire deux fentes secondaires S_1 et S_2 distantes de a. La source S est située sur la médiatrice deS_1S_2. L'écran d'observation E est parallèle au plan S_1S_2 et situé à une distance D de ce plan.

3.1.1 Faire le schéma légendé de l'expérience permettant de visualiser des franges d'interférences. Indiquer clairement sur ce schéma la zone où se produisent les franges.

3.1.2 On montre que la différence de marche δ entre les rayons issus des fentes sources S_1 et S_2 s'exprime par la relation $\delta = \frac{ax}{D}$ en un point M d'abscisse x comptée à partir du milieu de la frange centrale.

3.1.2.1 Quelle condition doit vérifier δ pour que le point M apparaisse

a) brillant ? b) sombre (obscur) ?

3.1.2.2 Définir l'interfrange i et montrer qu'elle s'exprime par la relation $i = \frac{\lambda_1 D}{a}$.

3.1.3 On mesure la distance correspondant à 6 interfranges et on trouve d = 28,5 mm.

3.1.3.1 Pourquoi a-t-on préféré mesurer 6 interfranges au lieu d'une interfrange ?

3.1.3.2 Calculer, en nanomètres, la longueur d'onde λ du laser He-Ne de ce laboratoire (avec 3 chiffres significatifs). On prendra : a = 0,20 mm ; D = 1,50 m.

3.2 On éclaire une cellule photoélectrique par des radiations lumineuses de longueur d'onde λ = 633 nm. Le travail d'extraction du métal constituant la cathode de la cellule est Ws = 1,8 eV

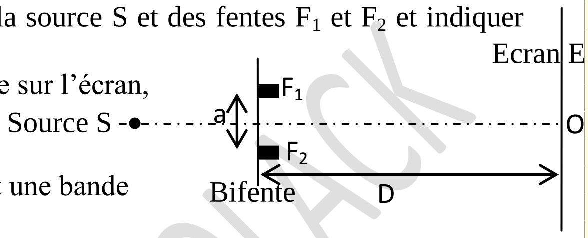
3.2.1 Déterminer la longueur d'onde seuil λ_0 de la cathode. Comparer avec la longueur d'onde λ des radiations éclairant la cellule. Conclure.

3.2.2 Déterminer, en électronvolt (eV), l'énergie cinétique maximale de sortie d'un électron extrait de la cathode de la cellule et calculer sa vitesse.
Données : Masse d'un électron : $m_e = 9{,}1.10^{-31}$ kg ; Constante de Planck : $h = 6{,}62.10^{-34}$ J.s ; Célérité : $C = 3{,}00.10^{8}$ m.s^{-1} ; 1 eV=$1{,}6.10^{-19}$ J.

Exercice 4 :

Un dispositif d'interférence est constitué d'une source lumineuse ponctuelle S éclairant deux fentes minces parallèles F_1 et F_2 et un écran d'observation E. La distance entre les fentes est notée a ; des fentes à l'écran d'observation la distance est D = 1,0 m. La source S est à égale distance des fentes F_1 et F_2; elle émet une lumière monochromatique de longueur d'onde λ = 589 nm.

4.1 Représenter, sur un schéma, les faisceaux lumineux issus de la source S et des fentes F_1 et F_2 et indiquer clairement sur ce schéma la zone d'interférence.



4.2 Représenter puis expliquer, sommairement, ce que l'on observe sur l'écran, au voisinage de O, point de l'écran situé sur la médiatrice de F_1F_2.

4.3 Sur l'écran d'observation, 20 interfranges consécutifs couvrent une bande de largeur L = 4,21 mm.

4.3.1 Rappeler l'expression de l'interfrange en fonction de la distance a entre les fentes, de la longueur d'onde λ de la lumière et de la distance D entre les fentes et l'écran d'observation :

4.3.2 Calculer la distance a entre les fentes.

4.4 La source S est remplacée par une source S' émettant deux radiations lumineuses monochromatiques de longueur d'onde respective λ_1 = 610 nm et λ_2 inconnue. On observe, sur l'écran, la superposition des systèmes d'interférences correspondant aux deux radiations.

4.4.1 Rappeler l'expression de la position, sur l'écran et par rapport au point O, d'une frange brillante.

4.4.2 Montrer que les franges centrales des systèmes d'interférence coïncidente.

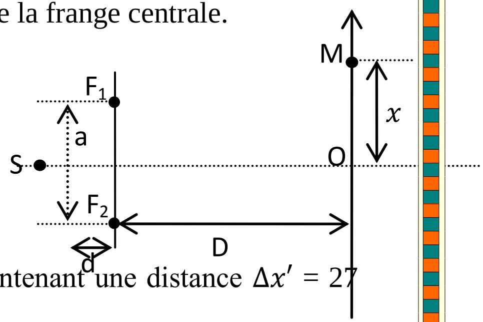
4.4.3 La frange brillante d'ordre 10 du système d'interférence correspondant à λ_1 = 610 nm coïncide avec la frange brillante d'ordre 11 du système d'interférence correspondant à λ_2. Calculer la valeur de la longueur d'onde λ_2. L'ordre d'interférence de la frange centrale est 0.

Exercice 5 :

Des interférences lumineuses sont réalisées avec un laser He-Ne de longueur d'onde λ_1 = 633 nm. Le dispositif comprend une plaque percée de deux fentes très fines distances de a. Cette plaque est placée à une distance d de la source laser S. On observe les interférences sur un écran P parallèle à la plaque et situé à une distance D = 3 m de celle-ci. Les deux fentes sont à égale distance de la source.
La droite (S0) est l'axe de symétrie du dispositif.

5.1 Expliquer brièvement la formation des franges brillantes et des franges obscures sur l'écran.

5.2 On montre que la différence de marche δ entre les rayons issus des fentes sources F_1 et F_2 s'exprime par $\delta = \frac{ax}{D}$ en un point M d'abscisse x comptée à partir du milieu O de la frange centrale.



5.2.1 Quelle condition doit vérifier δpour qu'en un point P de l'écran, on observe une frange brillante ?

5.2.2. Montrer que l'interfrange ou distance entre deux franges consécutives de même nature s'exprime par la formule $i = \frac{\lambda_1 D}{a}$.

5.3. Sur l'écran on mesure la distance entre cinq franges brillantes successives et on trouve Δx = 25 mm. On remplace le laser He – Ne par une diode laser de longueur d'onde λ_d, sans rien modifier d'autre ; on mesure maintenant une distance $\Delta x'$ = 27 mm entre cinq franges brillantes successives.

5.3.1. Trouver la relation donnant l'écart a entre les fentes F_1 et F_2 en fonction de λ_1, D et Δx. Faire l'application numérique.

5.3.2. Trouver la relation donnant la longueur d'onde λ_d de la diode laser en fonction de λ_1, Δx et $\Delta x'$. Faire l'application numérique.

5.4. Les deux radiations sont successivement utilisées pour éclairer une cellule photo émissive de fréquence seuil $\upsilon_0 = 4{,}5.10^{14}$ Hz.

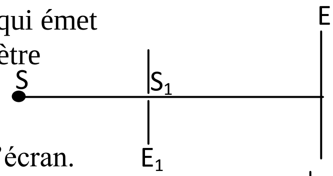
5.4.1 Dans le cas où il y a émission d'électrons, calculer, en joule puis en électronvolts, l'énergie cinétique maximale E_{cmax} des électrons émis.

5.4.2 Dire quel caractère de la lumière cette expérience met en évidence. Citer une application courante de cet aspect de la lumière.

Données : célérité de la lumière C= 3,00.10^8 m.s^{-1} ; constante de Planck : h = 6,62.10^{-34} J.s

Exercice 6 :

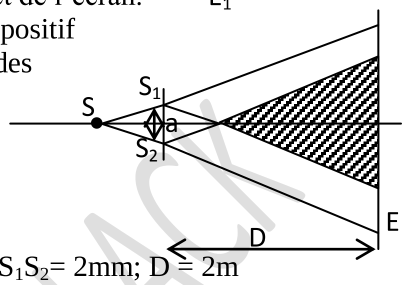
On réalise l'expérience représentée par la figure ci-contre. S est une source lumineuse qui émet une lumière monochromatique de longueur d'onde λ. S_1 est un trou circulaire de diamètre $d_1 \equiv \lambda$ percé sur l'écran E_1 et E est l'écran d'observation.



6.1 Quel phénomène se produit à la traversée de la lumière en S_1 ?

6.2 Recopier le schéma et dessiner le faisceau émergent de S_1. En déduire l'aspect de l'écran.

6.3 On perce un deuxième trou S_2 identique à S_1 sur l'écran E_1 et on réalise le dispositif schématisé sur la figure ci-contre. Les traits en pointillé représentent les limites des faisceaux lumineux issus de S, S_1 et S_2.



6.3.1 Décrire ce qu'on observe sur l'écran dans la zone hachurée.

Quel est le nom du phénomène physique mis en évidence par cette expérience ?

6.3.2 A partir de cette expérience justifier la nature ondulatoire de la lumière ?

6.3.3 La longueur occupée sur l'écran E par 10 interfranges est $l = 5{,}85mm$.

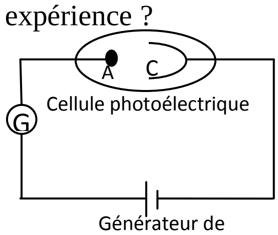
Calculer la longueur d'onde λ de la lumière émise par la source S. On Donne: a=S_1S_2= 2mm; D = 2m

6.4 On réalise maintenant le dispositif de la figure ci-contre.

6.4.1 Le galvanomètre détecte-t-il le passage d'un courant si la cathode n'est pas éclairée ? Justifier votre réponse.

6.4.2 On éclaire la cathode C de la cellule par la lumière issue de la source S précédente. Le travail d'extraction du métal constituant la cathode est de $W_0 = 1{,}9\ eV$.

6.4.2.1 Que se passe-t-il ? Interpréter le phénomène physique mis en évidence par cette expérience ?



6.4.2.2 Quel est le model de la lumière utilisée pour justifier cette observation ? Interpréter brièvement cette observation.

6.4.2.3 Evaluer la vitesse maximale des électrons émis de la cathode

6.5 Expliquer brièvement la complémentarité des deux modèles de la lumière.

Données : Constante de Planck : h = 6,62.10^{-34} J.s ;
célérité de la lumière C= 3,00.10^8 m.s^{-1}

Exercice 7 :

On considère, dans l'air, le dispositif sur le schéma ci-dessous. S_1 et S_2 sont des sources lumineuses ponctuelles distances de a = 1mm. On donne : D = 1m.

1. Les deux sources S_1 et S_2 sont indépendantes et émettent des radiations de même fréquence. Pourra-t-on observer des interférences sur l'écran ? Justifier la réponse.

2. Les deux sources S_1 et S_2sont obtenues à partir d'une source ponctuelle S située sur l'axe SO. La source S émet une radiation monochromatique de longueur d'onde λ.

2.1. Le point O de l'écran est-il lumineux ou sombre ?

2.2. Exprimer en un point M de l'écran, la différence de marche δentre deux rayons lumineux issus de S, l'un passant par S_2 et l'autre par S_1, en fonction de D, a et x.

2.3 Etablir la relation donnant les abscisses des milieux des franges brillantes en fonction de λ, D et a. Déduire de cette relation les expressions littérales de x_1, x_2 et x_3, abscisses des milieux des premières franges brillantes que l'on rencontre à partir de O (x ≥ 0).

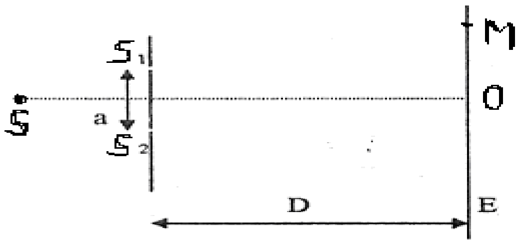
2.4 On observe que, pour x = 2,32mm, M est situé au milieu d'une frange brillante et que quatre franges sombres séparent M et O. En déduire la longueur d'onde de la lumière émise par S.

2.5 Calculer la période temporelle T de la radiation émise par S sachant que la célérité de la lumière dans l'air est C = 3.10^8m.s^{-1}

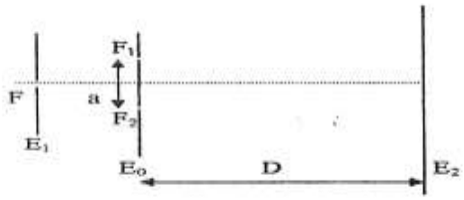
3. a) Qu'observerait-on si la source S émettait de la lumière blanche ? Les interférences sont-elles constructives ou destructives en un point situé à 15 cm de O? (Justifier).

b) On place dans le plan de l'écran E, parallèlement aux fentes S_1 et S_2, la fente d'un spectroscope. La fente du spectroscope est à 9mm de la frange centrale. Calculer le nombre de radiation manquante et les longueurs d'ondes correspondantes

On donne : Les longueurs d'onde des radiations qui constituent la lumière blanche sont comprises entre 400nm et 800nm.



Exercice 8 :



Deux fentes fines parallèles, rectangulaires F_1 et F_2 sont percées dans un écran opaque, E_o ; à une distance a = 0,5 mm l'une de l'autre.

On les éclaire grâce à une troisième fente F percée dans un écran E_1 derrière lequel est placée une lampe à vapeur de sodium.

E_o est parallèle à E_1 et F est située à égale distance de F_1 et on place un écran E_2 parallèlement à E_o à une distance D = 1,00 m de celui-ci. (figure ci-contre)

La longueur d'onde de la lumière émise par la lampe est λ_o = 589 nm, les deux fentes F_1 et F_2 Se comportent comme deux sources cohérentes de lumière monochromatique. Les faisceaux de la lumière diffractée par F_1 et F_2 interfèrent et l'on observe sur l'écran E_2 des franges d'interférence.

Soit y l'ordonnée d'un point M de l'écran E_2 appartenant à la zone d'interférence, x étant comptée à partir d'un point O du centre de E_2.

1) Quel est le caractère de la lumière ainsi mis en évidence par le phénomène observé ?

2) Représenter qualitativement la figure observée sur l'écran E_2.

3) Expliciter, le sens des termes ou expressions suivants : écran opaque, source monochromatique, sources cohérentes et interfrange.

4) a) Sachant que la différence de marche entre 2 rayons provenant respectivement de F_2 et F_1, interférant en M, est donnée par la relation :$\delta = F_2M - F_1M = \frac{ax}{D}$, établir l'expression de l'interfrange i en fonction de λ_0, D et a puis calculer i.

b) Tout se passe comme si chacune des sources F_1 et F_2 émettait des vibrations de la $y_1(t) = y_2(t) = a\cos\omega t$ où a est appelée amplitude de la vibration.

Montrer que l'intensité lumineuse I(éclairement) en M peut se mettre sous la forme :

$I = I_0 cos^2(\frac{\pi x}{i})$. Tracer la courbe I = f(x)

5) On remplace la source précédente par une source monochromatique dont la longueur d'onde est λ_1. On observe sur l'écran E_2 que la distance entre la quatrième frange brillante et la septième frange sombre situées de part et d'autre de la frange centrale brillante est d = 10,29 mm.

Quelle est la valeur de la longueur d'onde λ_1 de la lumière émise par la source ?

6) Les deus sources F_1 et F_2 sont éclairées simultanément avec les deux ondes lumineuses précédentes. Sur l'écran E_2, on observe la superposition des deux systèmes de franges.

a) A quelle distance de la frange centrale se produit sur l'écran la première coïncidence entre le milieu des franges brillantes.

b) Calculer l'abscisse du point de l'écran le plus proche de O, où on observe une extinction totale de la lumière.

(Extrait Bac S1-S3 2002)

SERIE P13-P14 : EFFET PHOTO-ELCECTRIQUE / NIVEAU D'ENERGIE

Exercice 1 :

Un métal de longueur d'onde seuil λ_0=350nm est successivement éclairé par des radiations lumineuses de longueurs d'ondes $\lambda_1 = 200nm$; $\lambda_2 = 480nm$; $\lambda_3 = 800nm$

1°) Calculer en électron volt le travail d'attraction de l'électron de ce métal.

2°) En justifiant, donner le ou les longueurs d'onde(s) capable(s) de provoquée(s) l'effet photoélectrique pour ce métal. En déduire l'énergie maximale des électrons en électronvolt.

3) Quel est le modèle de la lumière utilisé pour justifier cette observation ? Interpréter brièvement cette observation. Données :C = 3 10^8m/s et h=6,62.10^{-34}J/s

Exercice 2 :

Une lumière polychromatique comprenant 3 radiations ($\lambda_1 = 450nm$; $\lambda_2 = 610nm$; $\lambda_3 = 750nm$) irradie un échantillon de potassium, contenu dans une ampoule. L'énergie d'ionisation vaut 2 ,14eV (énergie nécessaire à arracher un électron de l'atome de potassium).

1°) Etablir la relation $E(eV) = \frac{1241}{\lambda(nm)}$

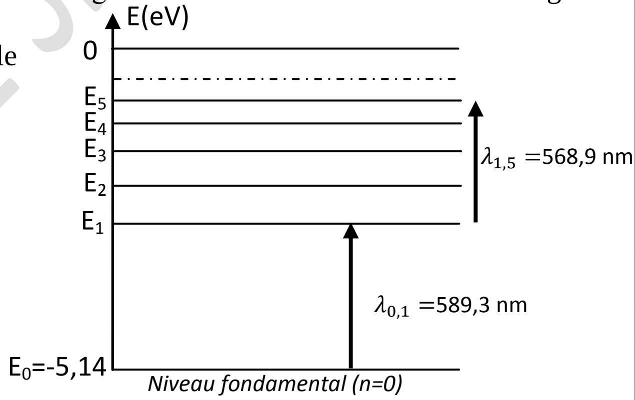
2°) Quelle(s) radiation(s) donne(nt) lieu à l'effet photoélectrique ?

3°) Quelle est la vitesse des électrons expulsés du métal ? Masse de l'électron 9,1.10^{-31} Kg

Exercice 3 :

On réalise une expérience d'interférence lumineuse avec une source primaire et des fentes de YOUNG qui jouent le rôle de deux sources synchrone S_1 et S_2 distantes de a=0,5 mm. L'écran d'observation E est perpendiculaire à la médiatrice de S_1S_2. Il est à D = 1,5m de ces fentes.

7.1 On éclaire les fentes par une lumière monochromatique de longueur d'onde λ. Le centre de la frange brillante numéro 4 est à 7,6mm de celui de la frange centrale (les franges sont comptées à partir de la frange centrale numérotée 0).



7.1.1 On réalise un schéma du montage. Tracer les marches Des rayons lumineux qui arrivent en un point M de l'écran.

7.1.2 Définir et calculer l'interfrange i.

7.1.3 En déduire la valeur de la longueur d'onde $\boldsymbol{\lambda}$ utilisée.

7.2 Les sources émettent à présent des radiations de longueurs d'onde $\lambda_1 = 600nm$ et $\lambda_2 = 480nm$. Si l'on s'écarte de la frange centrale, en quelle position observe-t-on la première coïncidence entre les deux systèmes de franges ?

7.3 La source primaire émet maintenant toutes les radiations visibles dont les longueurs d'onde $\boldsymbol{\lambda}$ sont telles que : $\boldsymbol{\lambda} \in [400\ nm; 800nm]$.

Les fentes sont remplacées par une fente unique placée sur l'axe de la source.
On interpose entre la fente et l'écran une substance en sodium.
A l'aide d'un dispositif approprié, on constate sur l'écran deux (02) bandes noires.
Il s'agit de bande d'absorption correspondant aux transitions croissantes représentées sur le diagramme d'énergie simplifié de l'atome de sodium schématisé ci-après.
Les longueurs d'ondes correspondantes $\lambda_{0,1}$ et $\lambda_{1,5}$ valent respectivement 589,3nm et 568,9 nm.

7.3.1 Calculer l'énergie des niveaux E_1 et E_5 (les résultats seront donnés à 2 chiffres après la virgule)

7.3.2 Exprimer la longueur d'onde $\lambda_{0,5}$ de la transition entre les niveaux 0 et 5 en fonction des longueurs d'onde $\lambda_{0,1}$et $\lambda_{1,5}$ des transitions respectives entre les niveaux 0 à 1 et 1 à 5. Calculer $\lambda_{0,5}$. La radiation correspondante appartient-elle au visible ?

7.3.3 Un rayon laser envoie un photon d'énergie 3,39 eV et ionise un atome de sodium initialement au niveau E_1. Calculer la vitesse de l'électron émis. On donne : Constante de Planck : h = 6,62.10^{-34} J.s ; célérité de la lumière C= 3,00.10^8 m.s^{-1} .

Exercice 4 : Une expérience d'effet photoélectrique a été réalisée à partir d'une radiation monochromatique de longueur d'onde 370 nm et d'un métal pris au hasard parmi les métaux suivants : Platine, Zinc et Césium dont les fréquences seuils sont respectivement : $\upsilon_1 = 15.10^{15}Hz$; $\upsilon_2 = 8{,}1.10^{14}Hz$; $\upsilon_3 = 4{,}5410^{14}Hz$.

1.1 Quel(s) métal (ou métaux) ne produit (ou produisent) pas un effet photoélectrique avec cette radiation ? Justifier la réponse.

1.2 Quel(s) métal (ou métaux) doit-on utiliser lors de l'expérience pour que la vitesse des électrons arrachés soit quasi nulle ?

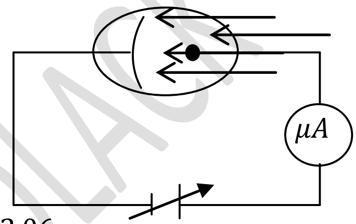
Données : $h = 6{,}62.10^{-34}Js; c = 3.10^{8}m/s$.

<u>Exercice 5 :</u>

On dispose de 3 cellules photoélectriques à vide, dont les surfaces de photocathodes sont respectivement constituées par le zinc, le potassium et le strontium. Chacune de ces cellules est successivement introduite dans le montage ci-contre. Chaque fois, on éclaire la cellule par une lumière constituée des deux radiations de longueur d'onde $\lambda_1 = 486{,}1\ nm$ et $\lambda_2 = 656{,}3nm$.

2.1 Quelles sont les cellules pour les quelles l'effet photoélectrique peut se produire ? Justifier.

2.2 Lorsque l'effet photoélectrique se produit :



2.2.1 indiquer la valeur algébrique de la différence de potentiel $(V_A - V_C)$ qui annule le courant i dans la photocellule.

2.2.2 Calculer la vitesse maximale de sortie d'un électron de la photocathode.

Données : $h = 6{,}62.10^{-34}Js; c = 3.10^{8}m/s; e = 1{,}610^{-19}C; m_e = 9{,}1.10^{-31}kg$.

L'énergie (eV) nécessaire pour extraire un électron d'un métal pur, W_0 est pour :

-le zinc : $W_0(Zn) = 3{,}60$; - le potassium : $W_0(K) = 2{,}26$; - le strontium : $W_0(Sr) = 2{,}06$.

<u>Exercice 6 :</u>

3.1 L'énergie minimale nécessaire pour extraire un électron de la photocathode émissive d'une cellule photoélectrique est $W_0 = 2{,}254\ eV$. En déduire la longueur d'onde λ_0 dans le vide correspondant au seuil photoélectrique.

3.2 Une source monochromatique S de longueur d'onde $\lambda = 0{,}275\ \mu m$ éclaire la cathode de la cellule.

3.2.1 Sans calcul, donner la valeur numérique de l'énergie cinétique maximale $E_{c_{max}}$ d'un électron émis, en justifiant.

3.2.2 Quelle serait sa vitesse d'éjection v_0?

<u>Exercice 7 :</u>

En 1859, en collaboration avec R Brunsen, G Kirchhoff publie trois lois relatives à l'émission et à l'absorption de la lumière par les gaz, les liquides et les solides. Pour le cas de l'hydrogène, cette émission (ou absorption) de lumière correspondant à des transitions électroniques entre niveaux d'énergie, l'énergie d'un niveau étant donnée par la relation : $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$ avec $E_0 = 13{,}6\ eV$, et n est le nombre quantique principal.

4.1 Préciser, pour chaque atome d'hydrogène, le niveau de plus basse énergie correspondant à l'état fondamental.

4.2 L'atome d'hydrogène peut passer d'un état excité de niveau p à un autre niveau $n < p$ en émettant des radiations. Exprimer, en fonction de $E_0, h, n\ et\ p$, la fréquence υ des radiations émises par l'atome d'hydrogène lors de cette transition.

4.3 Dans certaines nébuleuses, l'hydrogène émet des radiations de fréquences $\upsilon = 4{,}57.10^{14}Hz$. Ces radiations correspondent à une transition entre un niveau excité d'ordre p et le niveau d'ordre $n = 2$. Déterminer la valeur de p correspondant au niveau excité.

4.4 Une série de raies correspond à l'ensemble des radiations émises lorsque l'atome passe des différents niveaux excités p au même niveau n. Pour l'hydrogène, on a entre autre, les séries de raies de $Lyman$ $(n = 1)$, de $Balmer$ $(n = 2)$ et de $Paschen$ $(n = 3)$.

4.4.1 Dans une séries de raies, la raie ayant la plus grande fréquence dans le vide, est appelée raie limite, et sa fréquence est appelée fréquence limite.

Montrer que pour l'atome d'hydrogène, la fréquence limite d'une série de raies est donnée par : $\upsilon_{lim} = \frac{E_0}{hn^2}$.

4.4.2 Calculer la fréquence limite pour chacune des séries de man , de $Balmer$ et de $Paschen$.

Données : $h = 6{,}62.10^{-34}Js; c = 3.10^{8}m/s; e = 1{,}610^{-19}C$.

<u>Exercice 8 :</u>

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène H sont donnés par $E_n = -\frac{13{,}6}{n^2}(eV)$, avec $n\ \in \mathbb{N}^*$.

5.1 Représenter les cinq premiers niveaux sur un diagramme (échelle : 1cm pour 1eV). Quelle est l'énergie minimale de l'atome d'hydrogène ? A quoi correspond-elle ?

5.2 Donner l'expression littérale de la longueur d'onde $\lambda_{p,m}$ de la radiation émise lors de la transition électronique du niveau $n = p$ au niveau $n = m$ en expliquant pourquoi on a $p > m$.

5.3 L'analyse du spectre de l'atome d'hydrogène montre la présence des radiations de longueur d'onde : $H_\alpha = 656{,}28\,nm$; $H_\beta = 486{,}13\,nm$; $H_\gamma = 434{,}05\,nm$. Ces radiations sont émises lorsque cet atome passe d'un état excité $p > 2$ à l'état $n = 2$.

5.3.1 Déterminer les valeurs correspondantes de p.

5.3.2 $Balmer$ en 1885, écrivant la loi de détermination de ces raies sous la forme $\lambda = \lambda_0 \frac{p^2}{p^2-4}$. Retrouver cette loi et déterminer la valeur de λ_0.

<u>Exercice 9 :</u>

En observant le spectre d'émission de l'hydrogène gazeux, $Balmer$ proposa une loi permettant de calculer la longueur d'onde λ des différentes raies du spectre : $\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2})$, m et n étant des nombres entiers $n > m$ et R correspond à la constante de $Rydberg$. On appelle série de $Balmer$ les raies de longueur d'onde où $m = 2$ et $n > 2$.

6.1 Calculer les longueurs d'onde de certaines de ces raies et préciser celles qui appartiennent au domaine du visible.

m	2					
n	3	4	5	6	7	8
$\lambda(nm)$						
$domaine$						

6.2 Pour expliquer cette loi empirique, $Balmer$ émit l'hypothèse de niveau d'énergie de l'atome. Donner la loi liant la différence d'énergie $\Delta E = E_n - E_m$, lors de la transition $n \rightarrow m$, avec la fréquence υ du photon (formule de $Plank$).

6.3 A partir de la relation de $Balmer$, exprimer l'énergie d'un niveau de l'atome en fonction de n, R, c et h.

6.4 Calculer la valeur de l'énergie pour $n = 1$. Exprimer cette valeur en électronvolt eV.

6.5 Dans la nébuleuse d'$Orion$, on a observé, par radioastronomie, deux raies d'émission de l'hydrogène à $4874{,}1\,MHz$ et $4897{,}779\,MHz$. A quelles transitions cela correspond-t-il ?(la première est un type de transition $n+1 \rightarrow n$ et la seconde $n+2 \rightarrow n$).

Données : $h = 6{,}62.10^{-34}Js$; $c = 3.10^8 m.s^{-1}$; $e = 1{,}610^{-19}C$; $R = 1{,}097373.10^7 m^{-1}$; $1eV = 1{,}6.10^{-19}J$.

<u>Exercice 10 :</u>

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène H sont donnés par $E_n = -\frac{13{,}6}{n^2}(eV)$, avec $n \in \mathbb{N}^*$.

7.1 Quelle est l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène ?

7.2 Etablir l'expression littérale de la longueur d'onde des radiations émises lorsque cet atome passe d'un état excité tel que $n > 2$ à l'état $n = 2$(radiation de la série de $Balmer$)

7.3 L'analyse du spectre de l'atome d'hydrogène relève la présence des radiations de longueur d'onde : $H_\alpha = 656\,nm$; $H_\beta = 486\,nm$; $H_\gamma = 434\,nm$; $H_\delta = 410\,nm$.

7.3.1 Déterminer à quelle transition correspondent ces radiations de la série de $Balmer$.

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

7.3.2 Entre quelles valeurs extrêmes les longueurs d'onde des radiations de cette série sont-elles situées ?

7.4 Un photon d'énergie 7 eV arrive sur un atome d'hydrogène. Que se passe-t-il si l'atome est :

7.4.1 Dans l'état fondamental ?

7.4.2 Dans l'état excité ($n = 2$).

$photons$	υ_1	υ_2	υ_3	υ_4	υ_5
$E(eV)$	8,5	10,21	13,23	13,4	14,5

<u>Exercice 11 :</u>

Les questions **8.1** et **8.2** de cet exercice sont indépendantes.

8.1 Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène H sont donnés par $E_n = -\frac{13{,}6}{n^2}(eV)$, avec $n \in \mathbb{N}^*$. L'atome d'hydrogène est dans son état fondamental.

8.1.1 Déterminer l'énergie minimale, en eV qu'il faut fournir à un atome d'hydrogène pour l'ioniser :

- lorsqu'il est dans son état fondamental (n=1) ;

- lorsqu'il est sur le premier niveau excité (n=2).

8.1.2 L'atome est excité sur le niveau 6 (n=6). Quel est le nombre de raies que cet atome peut émettre en se désexcitant vers le niveau fondamental ? Calculer en nm la longueur d'onde λ_1 de la série de plus courte longueur d'onde.

8.2 On considère trois radiations monochromatiques de longueur d'onde respectives $\lambda_1 = 0{,}40\ \mu m\ (radiation\ bleu); \lambda_2 = 0{,}60\ \mu m\ (radiation\ jaune); \lambda_3 = 0{,}80\ \mu m\ (radiation\ rouge)$. Ces radiations éclairent une plaque de lithium placée dans le vide. Le travail d'extraction d'un électron du lithium est $W_0 = 2{,}5eV$.

8.2.1 Quelle(s) radiation(s) permettra (permettront) l'émission d'électron par la plaque de lithium ?

8.2.2 Lorsqu'il y a émission d'électrons, calculer la vitesse maximale avec laquelle ces électrons peuvent sortie de la plaque.

Données : $h = 6{,}62.10^{-34}Js; c = 3.10^8 m.s^{-1}; e = 1{,}610^{-19}C; R = 1{,}097373.10^7 m^{-1}; 1eV = 1{,}6.10^{-19}J.$

<u>Exercice 12 :</u>

Les niveaux d'énergie quantifiés de l'atome d'hydrogène, le niveau de référence étant le niveau d'ionisation, sont donnés par la relation $E_n = -\frac{13{,}6}{n^2}(eV)$, avec $n \in \mathbb{N}^*$.

9.1 Placer sur un diagramme le niveau fondamental, le niveau d'ionisation et les trois premiers niveaux excités.

9.2 Un électron d'énergie cinétique $11eV$ vient frapper un atome d'hydrogène. Que peut-on observer ?

9.3 Un rayonnement ultraviolet de longueur d'onde dans le vide λ est absorbé par des atomes d'hydrogène à leur état fondamental. En se stabilisant, ces atomes émettent uniquement trois radiations de longueur d'onde $\boldsymbol{\lambda}$, $\boldsymbol{\lambda}$' et $\boldsymbol{\lambda}$'' avec $\boldsymbol{\lambda}'' < \boldsymbol{\lambda}'$. Déterminer $\boldsymbol{\lambda}$, $\boldsymbol{\lambda}$' et $\boldsymbol{\lambda}$''.

<u>Exercice 13 :</u>

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation :

$E_n = -\frac{13{,}6}{n^2}$ (eV), où n est un entier non nul.

1) Evaluer, en nanomètre, les longueurs d'onde des radiations émises par l'atome d'hydrogène lors des transitions :

<u>1.a</u>- Du niveau d'énergie E_3 au niveau d'énergie E_1 (longueur d'onde : λ_1).

<u>1.b</u>- Du niveau d'énergie E_2 au niveau d'énergie E_1 (longueur d'onde λ_2).

<u>1.c</u>- Du niveau d'énergie E_3 au niveau d'énergie E_2 ; (longueur d'onde λ).

2) Une ampoule contenant de l'hydrogène est portée à la température de 2800° K. Les atomes sont initialement dans leur état fondamental. Une lumière constituée des 3 radiations de longueurs d'onde λ_1, λ_2, λ, traverse ce gaz. Quelles sont les radiations absorbées par l'hydrogène contenu dans cette ampoule ? (Justifier).

<u>3.a</u>-Montrer que pour une transition entre un état, de niveau d'énergie. E_p, et un autre, de niveau d'énergie inférieur E_n (p > n), la relation donnant la longueur d'onde λ de la radiation émise est : $\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2}\right)$ Où R_H est une constante appelée constante de RYDBERG.

<u>3.b</u> - Calculer la valeur de la constante R_H.

4) La série de Lyman comprend les radiations émises par l'atome d'hydrogène excité (n ≥ 2) lorsqu'il revient à son état fondamental. (n = 1).Evaluer, en nm, l'écart $\Delta\lambda$ entre la plus grande et la plus petite longueur d'onde des raies de la série de Lyman.

<u>Exercice 14 :</u>

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation : $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$ avec $E_0 = 13{,}6$ eV et avec $n \in \mathbb{N}$. L'atome d'hydrogène est dans son état fondamental.

1) Déterminer l'énergie minimale nécessaire pour ioniser l'atome d'hydrogène. En déduire la longueur d'onde du seuil (λ_0) correspondante.

<u>2.a</u>- Dire dans quel(s) cas la lumière de longueur d'onde λ_i est capable :

- d'ioniser l'atome d'hydrogène.
- d'exciter l'atome d'hydrogène sans l'ioniser.

<u>2.b</u>- Parmi les longueurs d'onde λ_i suivantes lesquelles sont susceptibles d'ioniser l'atome ? en déduire l'énergie cinétique de l'électron éjecté : $\lambda_1 = 88$ nm ; $\lambda_2 = 121$ nm ; $\lambda_3 = 146$ nm

<u>2.c</u>- Quelles sont les longueurs d'onde absorbables par l'atome parmi les longueurs d'onde λ_1 , λ_2 et λ_3 ?

3) La lumière émise par certaines nébuleuses contenant beaucoup d'hydrogène gazeux chauffé mais à basse pression, est due à la transition électronique entre les niveaux 2 et 3.
Déterminer la couleur d'une telle nébuleuse.
On donne :

Violet		bleu		vert	jaune	orangé	rouge	
380	450	500	570	590	610	780		λ(nm)

SERIE P15 : REACTIONS NUCLEAIRES

Exercice 1 :

Le nucléide $^{60}_{27}Co$ se désintègre par radioactivité β^-.

1. Donner l'équation-bilan de sa désintégration. On donne : $_{25}Mn, _{26}Fe, _{27}Co, _{28}Ni, _{29}Cu$
2. Etablir l'expression de la constante radioactive λ en fonction de la période radioactive T. Calculer numériquement λ.
3. Calculer l'activité initiale d'un échantillon de masse m = 1,0g.

Données: *1u = 1,67.10^{-27}kg - masse du nucléide $^{60}_{27}Co$: m_{Co}= 59,9 u; - période radioactive pour le nucléide $^{60}_{27}Co$: T = 5,3 ans.*

Exercice 2 :

1. L'isotope 210 du polonium Po (Z = 84) est un élément radioactif de type α.
1.1 Donner la constitution du noyau de cet atome.
1.2 Expliquer en quoi consiste la radioactivité α.
1.3 Ecrire l'équation de désintégration produite.
On donne : $_{81}Tl - _{82}Pb - _{83}Bi - _{84}Po - _{85}At - _{86}Ra - _{87}Fr$
2.1 La période du polonium ^{210}Po est T = 138 jours. Qu'est-ce que cela signifie ?
2.2 Qu'appelle-t-on activité ?
2.3 Soit N_0 le nombre de noyaux radioactifs à l'instant t = 0 s, quelle est l'activité à cette date ? $N_0 = 2{,}87.10^{18}$ noyaux

Exercice 3 :

On dispose une substance radioactive, isotope du polonium, émetteur de particules α, qui se désintègre suivant l'équation : $^{210}_{84}Po \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{206}_{82}Pb$

1. Expliquer cette équation.
2. Faire le bilan en masse de cette équation, sachant que le noyau de polonium 210 a une masse de 210,04821 u, celui de plomb une masse de 206,03853 u et la particule α, une masse de 4,00387 u. Conclure et calculer l'énergie calorifique correspondante en MeV.

Exercice 4 :

On donne :m_α= 4,0026 u,*1u = 1,66.10^{-27}kg = 931,5 MeV/c^2; N = 6.10^{23} mol^{-1};1 Ci = 3,7.10^{10} Bq.*

Nucléide X	$_{80}Hg$	$_{82}Pb$	$_{83}Bi$	$_{84}Po$
Masse du nucléide : m_X	203,9735 u	205,9745 u	208,9804 u	208,9804 u

1. L'uranium $^{235}_{92}U$ se désintègre avec ses « descendants » en émettant des particules α et β^-.
Calculer le nombre de désintégrations α et β^-, sachant qu'on aboutit au ^{206}Pb.
Comment appelle-t-on l'ensemble des noyaux issus de ^{238}U (lui-même compris) ?
2. Le plomb ^{206}Pb peut être obtenu par désintégration α d'un noyau X avec une période T égale à 138 jours.
2.1 Ecrire l'équation-bilan de cette désintégration et identifier le noyau X.
2.2 Calculer en MeV puis en Joule l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau X.
3. On part d'un échantillon de 4,2 g de X.
3.1 Calculer l'activité A_0 de cet échantillon. L'exprimer en Becquerel puis en Curie.
3.2 Quelle est l'activité de cet échantillon au bout de 69 jours ?
3.3 Quelle masse de cet échantillon se désintègre-t-il au bout de 552 jours ?

Exercice 5 :

1. Une centrale nucléaire est une usine de production d'électricité. Actuellement des centrales utilisent la chaleur libérée par des réactions de fission de l'uranium 235 qui constitue le « combustible nucléaire ». Cette chaleur transforme de l'eau en vapeur. La pression permet de faire tourner à grande vitesse une turbine qui entraîne un alternateur produisant l'électricité. Certains produits de fissions sont des noyaux radioactifs à forte activité et dont la demi-vie ou période peut être très longue.

1.1 Définir le terme demi-vie (ou période).

1.2 Le bombardement d'uranium 235 par un neutron peut produire un noyau de strontium et un noyau de xénon selon l'équation suivante : ${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{94}_{Z}Sr + {}^{A}_{54}Xe + 3\,{}^{1}_{0}n$

1.2.1 Déterminer les valeurs des nombres A et Z.

1.2.2 Calculer en MeV l'énergie libérée par cette réaction de fission.

1.2.3 Quelle est l'énergie libérée par nucléon de matière participant à la réaction ?

Données : $1\ u = 1{,}66054.10^{-27} kg = 931{,}5\ MeV/c^2$; $1\ eV = 1{,}60.10^{-19} J$; $c = 3{,}0.10^{8} m.s^{-1}$

Particule ou noyau	Neutron	Hydrogène 1 ou proton	Hydrogène 2 ou Deutérium	Hydrogène 3 ou Tritium	Hélium 3	Hélium 4	Uranium 235	Xénon	Strontium
Symbole	${}^{1}_{0}n$	${}^{1}_{1}H$	${}^{2}_{1}H$	${}^{3}_{1}H$	${}^{3}_{2}He$	${}^{4}_{2}He$	${}^{235}_{92}U$	${}^{A}_{54}Xe$	${}^{94}_{Z}Sr$
Masse en u	1,00866	1,00728	2,01355	3,01550	3,01493	4,00150	234,9942	138,8892	93,8945

2. Il existe actuellement un projet dont l'objectif est de démontrer la possibilité scientifique et technologique de la possibilité de la production d'énergie par la fusion des atomes. La fusion est la source d'énergie du soleil et des autres étoiles.

La réaction de fusion la plus accessible est la réaction impliquant le deutérium et le tritium. C'est sur cette réaction que se concentrent les recherches concernant la fusion contrôlée. La demi-vie du tritium consommé au cours de cette réaction n'est que de 15 ans.

De plus il y a très peu de déchets radioactifs générés par la fusion et l'essentiel est retenu dans les structures de l'installation ; 90% d'entre eux sont de faible ou moyenne activité.

2.1 Le deutérium de symbole ${}^{2}_{1}H$ et le tritium de symbole ${}^{3}_{1}H$ sont deux isotopes de l'hydrogène. Après avoir défini le terme « isotope », donner la composition des noyaux de deutérium et de tritium.

2.2 Qu'appelle-t-on réaction de fusion ?

2.3 Ecrire l'équation de la réaction de fusion entre un noyau de deutérium et un noyau de tritium sachant que cette réaction libère un neutron et un noyau noté ${}^{A}_{Z}X$. Identifier le noyau ${}^{A}_{Z}X$.

2.4 Montrer que l'énergie libérée au cours de cette réaction de fusion est de 17,6 MeV. Quelle est alors l'énergie libérée par nucléon de matière participant à la réaction ?

3. Conclure en indiquant les avantages que présenterait l'utilisation de la fusion par rapport à la fission pour la production d'électricité dans les centrales nucléaires.

Exercice 6 :

Lundi, 14 mars 2011, le réacteur numéro 2 de la centrale nucléaire de FUKUSHIMA au JAPON explosait libérant dans l'atmosphère du césium 137 particule radioactive β^- .

5.1.a) Ecrire l'équation-bilan de désintégration du césium 137 en précisant les règles utilisées.

5.1.b) Identifier le noyau-fils et donner la composition de son noyau. On donne un extrait de la classification périodique des éléments.

$_{53}I$	$_{54}Xe$	$_{55}Cs$	$_{56}Ba$	$_{57}La$

5.2) On étudie la désintégration d'un échantillon contenant des atomes de césium137. Soit N_o le nombre de noyaux à l'instant t=0s et N le nombre de noyaux à un instant t.

5.2.a) Donner l'expression de N en fonction de t et de la constante radioactive λ.

5.2.b) Définir la période radioactive T.

5.2.c) Déterminer l'expression de la constante radioactive λ en fonction de T.

5.3) On se propose d'étudier l'activité A(t) d'un échantillon de césium 137 au cours du temps.

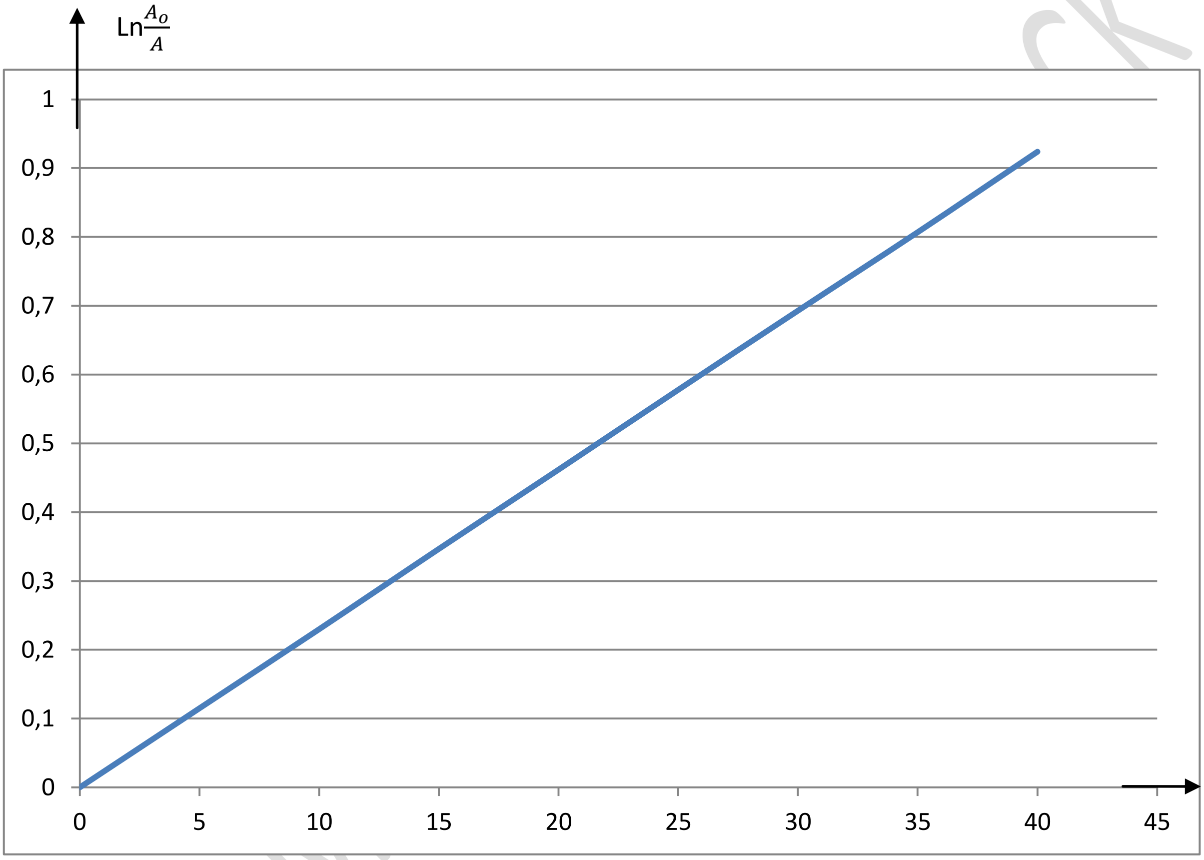
5.3.a) Définir l'activité d'un échantillon radioactif puis l'exprimer en fonction du temps.

5.3.b) On donne le graphe représentant $\ln\frac{A_o}{A} = f(t)$ où A_o est l'activité de l'échantillon à t=0s. Déterminer graphiquement

la constante radioactive λ . En déduire la valeur de T.

5.3.c) Sachant qu'à t=20ans l'activité de l'échantillon vaut 63Bq, déterminer la valeur de N_o.

5.3.d) Considérant la valeur de T, citer quelques conséquences écologiques et sanitaires dues à la présence du césium 137 dans les décennies à venir en cas de non décontamination.



t(années)

EXERCICE 7 :

Actuellement des techniques telles que la scintigraphie sont utilisées en médecine grâce à des substances radioactives comme le technétium. Le technétium, se fixant préférentiellement sur les lésions osseuses du squelette, peut être détecté par une gamma-caméra. Ce dernier fournit par la suite une image du squelette appelée scintigraphie osseuse. Tous les noyaux du technétium sont radioactifs.

5-1. L'isotope 97 du technétium Tc_{43}^{97}, de demi-vie 90,1 jours, est synthétisé en bombardant un noyau de molybdène 96, ${}_{42}^{96}Mo$ avec un noyau de deutérium ${}_{Z}^{A}X$.

5-1.1 Qu'appelle-t-on noyaux isotopes ?

5-1-2. Ecrire l'équation de la réaction de synthèse du technétium ${}_{43}^{97}Tc$ à partir du molybdène ${}_{42}^{96}Mo$ en précisant les valeurs de A et Z sachant qu'il se forme en même temps un neutron. A quel élément chimique appartient le deutérium ?

5-2. L'isotope 99 du technétium ${}_{43}^{99}Tc$ présente la particularité et l'avantage de pouvoir être produit sur place par désintégration du molybdène 99, ${}_{42}^{99}Mo$. Une infirmière prépare une dose de technétium 99, ${}_{43}^{99}Tc$. Deux heures après, son activité étant égale à 79,5 % de sa valeur initiale, elle l'injecte à un patient.

5-2-1. Ecrire l'équation de la réaction nucléaire permettant d'obtenir le technétium 99 à partir du molybdène 99. Préciser le type de désintégration dont il s'agit.

5-2-2. Définir l'activité d'une source radioactive et établir la relation entre l'activité, la constante radioactive et le nombre de noyaux présents.
5-2-3. Déterminer la valeur de la période radioactive du technétium 99.
5-2-4. L'activité maximale des doses administrées en ${}^{99}_{43}Tc$ ne doit pas dépasser 109 Bq. Quelle est la masse maximale de technétium 99 que doit contenir la dose préparée ?
5-3. Le médecin porte son choix sur le produit qui disparait le plus vite. Lequel des deux isotopes du technétium va-t-il choisir ? Justifier la réponse.
Données : 1 u = 931,5 MeV/c^2 = $1{,}66.10^{-27}$ kg.

Particule ou noyau	${}^{60}_{27}Mo$	${}^{60}_{28}Ni$	électron	${}^{99}_{43}Tc$
Masse en u	59,934	59,931	$5{,}486.10^{-4}$	98,882

CHIMIE TS2

SERIE C1 : LES ALCOOLS

Exercice 1 :

L'hydratation complète de 16,8g de propène donne un mélange de deux alcools A et B respectivement primaire et secondaire. Les nombres de moles d'alcools de A et B obtenues sont notées n_A et n_B .

1) Donner les noms des deux alcools. Ecrire les équations-bilans correspondantes.

2) Les n_A moles de l'alcool primaire A sont intégralement transformées en n_A moles d'acide. On procède au dosage de l'acide obtenu par une solution de soude de concentration C' = 0,25mol/L. L'équivalence est obtenue en ajoutant V'=100ml de soude. Calculer n_A et n_B. Calculer les pourcentages en moles d'alcool A et B obtenus par hydratation du propène. Ces résultats sont-ils en conformité avec la règle dite de Markovnikov qui stipule : « lors de l'hydratation d'un alcène, le groupe hydroxyle provenant de l'eau se fixe sur le carbone de l'alcène le moins hydrogéné ».

Exercice 2 :

On veut identifier un corps A dont la molécule est à chaine carbonée saturée et ne possède qu'une fonction organique.

1) Quand on fait réagir l'acide éthanoïque sur le corps A, il se forme un ester et de l'eau.

a) Quel est le nom de cette réaction ? Donner la famille du corps A.

b) Ecrire l'équation bilan de la réaction (on utilisera pour A sa formule générale).

c) Quelles sont les caractéristiques de cette réaction ?

2) A l'état initial, on avait mélangé V = 150 ml d'une solution d'acide éthanoïque de concentration C = 0,5 mol/L avec une masse m_A = 3,70g du corps A.

A l'équilibre, il reste $n'_1 = 5.10^{-2}$mol d'acide éthanoïque et m'_A = 1,85 g du corps A qui n'a pas réagi.

a) Déterminer la masse molaire moléculaire du corps A.

b) Ecrire les formules semi-développées possibles du corps A.

Exercice 3 :

1) Un composé organique A a pour formule $C_xH_yO_z$. La combustion complète de 3,52g de A donne 5L d'oxyde de carbone. La densité de vapeur de A est d = 3,04 dans les conditions où le volume molaire est 25L/mol.

1.a) Ecrire l'équation de la réaction de combustion.

1.b) Déterminer la formule brute de A.

1.c) Sachant que la molécule de A est ramifiée et renferme un groupe hydroxyle, écrire toutes les FSD possibles de A et les nommer.

2) Afin de déterminer la FSD exacte de A, on effectue son oxydation ménagée par une solution de dichromate de potassium, en milieu acide. La solution oxydante étant utilisée en défaut, on obtient un composé B qui donne un précipité jaune avec la DNPH.

2.a) Quelles sont les fonctions chimiques possibles pour B ?

2.b) B dont la molécule est chirale, peut réduire une solution de permanganate de potassium. Donner la FSD et le nom de B. Préciser la FSD et le nom du composé C obtenu lors de la réaction de B avec l'ion permanganate.

2.c) Quelle est la FSD de A ? Ecrire les demi-équations et les équation-bilan des réactions d'oxydoréduction.

Exercice 4 :

1) Quelle est la formule générale d'un alcool dérivant d'un alcane à n atomes de carbone ?

2) l'analyse d'un alcool A indique les pourcentages en masse suivante : %C = 64,85 ; %H = 13,5. En déduire la formule brute de A ; donner les FSD et les noms de tous les alcools isomères. Est-il nécessaire, pour établir la formule brute de A, de connaitre les deux pourcentages fournis ?

3) l'oxydation ménagée de A, par une solution de dichromate de potassium utilisée en défaut, fournit un corps B qui fait rosir le réactif de Schiff et qui forme un précipité jaune avec la 2,4-DNPH. Lorsqu'on fait passer des vapeurs de A sur de l'alumine Al_2O_3 à 300°C, on observe la formation d'un alcène ramifié C. En déduire le nom de l'alcool A, les noms et FSD du composé B et de l'alcène C.

Exercice 5 :

L'hydratation d'une masse m = 4g d'un alcène A a donné une masse m' = 4,85g d'un alcool B.

1) Monter que la formule brute de B est $C_6H_{14}O$.

2) Sachant que la chaine principale de B comporte 4 atomes de carbone. Donner les FSD, noms et classes de ses isomères.

3) Pour déterminer la formule exact de B on procède à son oxydation avec le dichromate de potassium en milieu acide. On obtient un composé B' qui réagit avec la DNPH et rosit avec le réactif de Schiff.

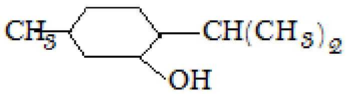
3.a) Quelle est la fonction chimique B'. En déduire la classe de B.

3.b) Quelles sont les formules de B qu'on peut retenir ?
3.c) Sachant que le carbone lié au carbone fonctionnel porte un seul atome d'hydrogène, déterminer la FSD de B. En déduire les FSD de B' et A.
3.d) Ecrire l'équation bilan de la réaction d'oxydoréduction de B par les ions dichromates.
4) On fait réagir une masse m_B=10,2g du corps B avec 0,1 mol d'acide méthanoïque. On obtient une masse m_E=8,576g.
4.1) Ecrire l'équation bilan de la réaction. Quelles sont ses caractéristiques ? Nommer le produit organique obtenu.
4.2) Calculer le pourcentage d'alcool estérifié. Ce résultat est-il conforme à la déduction faite à la question 3.1 ?
4.3) Indiquer un moyen permettant d'atteindre rapidement cette valeur.
On rappelle que pour un mélange équimolaire d'alcool et d'acide carboxylique, le rendement dépend de la nature de l'alcool suivant le tableau ci-dessous :

Pour un alcool primaire R'-CH_2-OH	≈ 67 %
Pour un alcool secondaire R'-CH_2-O-R''	≈ 60 %
Pour un alcool tertiaire	≈ 5 %

Exercice 6 :
1. Un volume V = 5L de vapeur d'un composé organique A à chaine carbonée ramifiée de formule C_xH_yO a une masse de 17,6 g. le volume molaire dans les conditions de l'expérience est 25L/mol.
1.1 Déterminer la mase molaire du composé.
1.2 En déduire une première relation entre x et y.
2. La combustion complète de ce volume a nécessité 37,5 de dioxygène.
2.1 Démontrer qu'une deuxième relation entre x et y peut se mettre sous la forme 4x + y = 32.
2.2 Montrer que la formule brute du composé A est $C_5H_{12}O$.
3. Déterminer les 5 formules semi-développées probables pour le composé sachant que sa molécule comporte un groupe hydroxyle. Les nommer
4. L'oxydation ménagée d'un échantillon par une solution acidulée de permanganate de potassium fournit un composé B qui réagit avec la DNPH, mais ne rosit pas le réactif de Schiff.
4.1 Identifier A. On précisera sa classe et son nom.
4.2 Préciser la FSD et le nom du composé B.
4.3 Ecrire en formule brute l'équation-bilan de la réaction redox qui a lieu.

Exercice 7 :
Le menthol, principal constituant de l'arome de menthe a pour formule :



1) Quel est le nom systématique du menthol ?
2) Quel est le produit d'oxydation du menthol ? Ecrire l'équation bilan de la réaction de l'ion permanganate en milieu acide sur le menthol. Le produit obtenu donne-t-il un test positif avec la DNPH ?
3) A partir de 90g de menthol on a obtenu par action de l'ion permanganate 75g de produit. Quel est le rendement de la réaction.

Exercice 8 :
La combustion complète dans le dioxygène de 0,1 mol d'un alcool saturé (A) donne 8,96 L de dioxyde de carbone et de l'eau. Dans les conditions de l'expérience, le volume molaire d'un gaz est V_m = 22,4 L/mol.
1) Ecrire l'équation-bilan de la combustion d'un alcool saturé de formule générale $C_nH_{2n+2}O$.
2) Déterminer la formule brute de (A).
3) Donner la formule semi-développée, le nom et la classe de chacun des isomères possibles de (A).
4) On effectue l'oxydation ménagée de trois isomères de (A), par une solution aqueuse de dichromate de potassium en milieu acide. On obtient les résultats suivants :

$A_1 \xrightarrow{oxydation} B_1 + C_1$; $A_2 \xrightarrow{oxydation} B_2 + C_2$; $A_3 \xrightarrow{oxydation} D$

L'analyse des produits formés, donne les résultats consignés dans le tableau ci-après.

Produit formé	B_1	C_1	B_2	C_2	D
Liqueur de Fehling	+		+		-
DNPH	+		+		+

Légende : (+) signifie qu'il y a réaction et (-) signifie qu'il n'y a pas de réaction
a) Interpréter les résultats de cette analyse.

b) Identifier les composés organiques A_1, A_2 et A_3. On notera A_1, A_2 et A_3 les isomères de (A). A_1, a une chaîne carbonée linéaire non ramifiée et de même classe que A_2
c) Donner la formule semi-développée et le nom de chacun des produits B_1, B_2 et D.
d) A quelle fonction chimique appartiennent C_1 et C_2. Donner leur formule semi-développée.
5) Ecrire l'équation-bilan qui permet le passage de A_3 au produit D.

SERIE C2 : LES AMINES

Exercice 1 :
1.Donner les formules semi-développées des amines suivantes. Indiquer leur classe.
a) N-éthyl-N-méthylbutanamine.
b) N-méthylbutan-2-amine.
c) N-éthylpropan-2-amine.
d) diphénylamine.
e) propan-1,3-diamine.
2. Nommer les composés suivants ; préciser leur classe.
a) $(CH_3)_3C-NH(C_2H_5)$
b) $NH_2-CH(C_2H_5)_2$
3. Une amine primaire à chaine carbonée non ramifiée, a pour masse molaire M = 73g/mol.
Quelles sont les formules semi-développées et les noms des isomères possibles ?

Exercice 2 :
On dissout 1,18g d'une amine aliphatique dans un peu d'eau. On ajoute trois gouttes du BBT. On y verse progressivement une solution molaire d'acide. La solution prend la couleur de la forme acide lorsqu'on a versé 20mL d'acide.
1) Calculer la masse molaire M de l'amine.
2) Trouver la formule brute de l'amine
3) Ecrire les formules semi-développées possibles et préciser le nom et le la classe de chaque amine.
4) Écrire l'équation bilan de la réaction qui accompagne la dissolution de l'amine secondaire dans l'eau.

Exercice 3:
1.Ecrire la formule semi-développée de la N-éthylpropan-1-amine.
2. L'action de l'acide éthanoique sur cette amine conduit après chauffage à la formation d'un amide.
Ecrire les équations-bilan correspondantes.
3. On fait réagir 1-bromobutane sur l'amine précédente. On suppose qu'il se forme dans un premier temps une amine tertiaire. Le 1-bromobutane réagit ensuite sur cette amine tertiaire. Ecrire les équations correspondantes aux réactions.

Exercice 4:
Pour déterminer la formule brute d'une amine saturée on dissout 0,59g de l'amine dans un peu d'eau. Puis on ajoute de l'acide chlorhydrique de concentration molaire 0,5mol/l. l'équivalence acido-basique est obtenue pour $20cm^3$ de la solution acide.
1. Ecrire l'équation de la réaction entre les solutions d'amine et d'acide chlorhydrique.
2. Calculer la masse molaire de l'amine et en déduire sa formule brute.
3. Ecrire les formules semi-développées des amines isomères possibles, et indiquer le nom et la classe d'amine à la quelle appartient chacune d'elles.
4. A partir de l'acide éthanoïque ou de l'un de ces dérivées et de l'une des amines précédentes (on choisira l'amine primaire ayant une chaine carbonée linéaire), on peut obtenir un amide. Donner la formule semi-développée et le nom de l'amide.

Exercice 5:
1. Une amine à chaine carbonée non cyclique et saturée a pour masse molaire 73g/mol. Elle réagit mole à mole avec le monochlorométhane pour conduire à un seul chlorure d'ammonium quaternaire.
a) Pouvez-vous de ces indications déduire la classe de l'amine ?
b) Indiquer la formule semi-développée et le nom de l'amine.
c) Donner la formule et le nom de l'acide conjugué.
2. une amine de formule $C_4H_{11}N$ réagit sur l'iodométhane en au moins deux étapes.
a) Que peut-on en conclure quant à la classe de l'amine ?

b) Lors de l'action de l'iodométhane sur l'amine, on constate qu'une mole de l'amine peut fixer deux moles d'iodométhane. La classe de l'amine est-elle totalement déterminer ? Quelles sont les formules développées possibles de l'amine ?

c)Quand on fait réagir un excès d'iodométhane sur l'amine on obtient un composé de formule $[(CH_3)_3N\text{-}(CH_2)_2\text{-}CH_3]^+ + I^-$. En déduire la formule développée de l'amine.

Exercice 6:

1. Ecrire les formules semi-développées de tous les alcènes de formule C_4H_8.
2. On hydrate le but-2-ène en présence de catalyseur.

Nommer l'alcool obtenu, préciser sa classe, sa formule semi-développée et montrer qu'il existe 2 formes énantiomères que l'on précisera.

3. On fait réagir l'alcool obtenu sur le dichromate de potassium en milieu acide.

Quel est le type de réaction ?

Ecrire la formule semi-développée du composé obtenu et le nommer.

4. Le 2-bromobutane obtenu par action du bromure d'hydrogène sur le but-2-ène réagit avec l'héthylamine. On effectue une seule réaction d'Hoffman qui donne l'amine secondaire.

Ecrire l'équation de la réaction qui traduit l'action de bromure d'hydrogène sur le but-2-ène.

Ecrire l'équation de la réaction qui traduit l'action du 2-bromobutane sur l'éthylamine. L'amine obtenue est-elle chirale ? Justifier.

Exercice 7:

1. Le pH d'une solution d'éthylamine de concentration C= 0,10mol/l est d'environ 12 alors que celui d'une solution de soude de même concentration molaire est 13.

a)Ecrire l'équation-bilan de la réaction traduisant l'action de l'eau sur l'éthylamine.

Montrer qu'il s'agit d'une réaction acido-basique.

b) Expliquer la différence de pH entre les deux solutions.

2. On considère une monoamine primaire à chaine carbonée saturée non cyclique.

a) Exprimer la formule brute d'une telle amine comportant n atomes de carbone. Exprimer en fonction de n le pourcentage en masse d'azote qu'elle contient.

b) Une masse de 27g d'une telle amine contient 5,22g d'azote. Quelle est sa formule brute ? Ecrire les formules semi-développées des isomères possibles des amines primaires et donner leur nom.

Exercice 8:

1. Quelle est la formule générale C_XH_YN d'une amine aromatique ne comportant qu'un cycle ?

Exprimer x et y en fonction du nombre n d'atomes de carbone qui ne font pas partie du cycle.

2. La microanalyse d'une telle amine fournit, pour l'azote, un pourcentage en masse de 13,08%. Déterminer n et écrire les formules semi-développées des différents isomères et donner leur nom.
3. L'un de ces isomères est une amine secondaire. Quels produits obtient-on lorsqu'on le traite par du chlorure d'éthanoyle ? Ecrire l'équation-bilan de la réaction. Quelle quantité minimale d'amine faut-il utiliser pour qu'elle réagisse totalement sur 0,1 mol de chlorure d'éthanoyle ?

Exercice 9:

Lorsqu'une amine brule dans le dioxygène, l'atome d'azote se retrouve sous forme de diazote N_2.

1. Ecrire la réaction de combustion de la méthanamine.
2. On réalise la combustion du mélange stœchiométrique entre une amine gazeuse contenant n atomes de carbone et le dioxygène. Sachant que le volume gazeux initial de la phase gazeuse vaut 1,9 fois le volume final de la phase gazeuse (l'eau formée est liquide), déterminer la formule de cette amine.

SERIE C3 : ACIDE CARBOXYLIQUE ET DERIVES

Exercice1 :

a) acide 3,4-diméthylpentanoïque.
b) acide butanedioïque.
c) N-éthyl N-méthyl éthanamide.
d) Chlorure de 3-phényl butanoyle.
e) Anhydride benzoïque.
f) N-éthyl 2-méthyl pentanamide.
g) benzoate de 2-méthyl propyle.
h) pentanoate de 2-méthyl butyle.
i) anhydride éthanoïque et propanoïque.
j) benzoate de benzyle.

Exercice2 :

Indiquer pour chacune des réactions suivantes le nom et la formule semi-développée des composés représentés par les lettres A, B, C, D, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L et M.

a) Chlorure de propanoyle + A $\rightarrow$ propanoate de méthyle + B
b) Acide benzoïque + $SOCl_2 \rightarrow SO_2$ + HCl + C
c) Ethanoate de propyle + D $\rightarrow$ éthanoate de sodium + propan-1-ol
d) Acide éthanoïque + chlorure d'éthanoyle $\rightarrow$ E + HCl
e) Chlorure d'éthanoyle + N-méthyléthylamine $\rightarrow$ F + G
f) Anhydride éthanoïque + aniline $\rightarrow$ H + I
g) Chlorure d'éthanoyle + éthanoate de sodium $\rightarrow$ (Na^+ ; Cl^-) + J
h) Anhydride éthanoïque + méthanol $\rightarrow$ acide éthanoïque + K
i) Acide 2-méthylpropanoïque + $PCl_5 \rightarrow$ L + $POCl_3$ + HCl
j) Acide éthanoïque + $P_2O_5 \rightarrow$ M + 2 HPO_3

Exercice 3 :

On veut identifier un corps A dont la molécule est à chaîne carbonée saturée et ne possédant qu'une seule fonction organique.

1-) Quand on fait réagir l'acide éthanoïque sur le corps A, il se forme un ester et de l'eau.
a) Quel est le nom de cette réaction ?
b) Donner la famille du corps A.
c) Ecrire l'équation-bilan de la réaction (avec la formule générale).
d) Quelles sont les caractéristiques de cette réaction ?

2-) A l'état initial, on aurait mélangé v = 150mL d'une solution d'acide éthanoïque de concentration C= 5.10^{-1} mol/L avec m_A= 3,7g de A.
a) Déterminer la masse molaire de A à partir de ces données.
b) En déduire les formules semi-développées possibles pour A.
c) Un autre étude a montré que A est chirale .Quel est le nom de A ?

3-) Le dichromate de potassium en milieu acide a été utilisé pour déterminer la quantité de matière du corps A qui n'avait pas réagit à l'équation 2-). Ecrire l'équation de la réaction entre l'ion $Cr_2O_7^{2-}$ avec A.

a) Ecrire l'équation-bilan d'une réaction plus avantageuse pour obtenir un ester et qui aurait pu être utilisée à la place de celle de la première question.
b) En quoi est-elle plus avantageuse ?
c) Donner le nom du réactif utilisé

Exercice 4 :

Hydrolyse d'un anhydride d'acide

R étant une chaîne carbonée saturée, on considère l'anhydride d'acide de formule générale :

```
R — C— O — C— R
    ||      ||
    O       O
```

1) Écrire l'équation de sa réaction d'hydrolyse.

2) Partant d'une masse de 1,02 gramme de cet anhydride on obtient, à la fin de l'hydrolyse, un composé X intégralement recueilli dans un certain volume d'eau distillée. La solution obtenue est dosée en présence d'un indicateur coloré approprié. Il faut alors verser 20 cm^3 d'une solution d'hydroxyde de sodium à 1 $mol.L^{-1}$ pour atteindre l'équivalence.

a) Donner la formule semi-développée de X, préciser sa fonction et le nommer.

b) En déduire la masse molaire de l'anhydride d'acide, préciser sa formule développée et le nommer.

Exercice 5 : Synthèse d'un amide

On souhaite préparer un composé organique, la propanamide, en utilisant comme produit de départ le propan-1-ol. La propanamide sera par la suite appelée composé A et le propan-1-ol composé B.

1) Donner la formule semi-développée des deux composés A et B. A quelles familles appartiennent-ils ?

2) Plusieurs étapes sont nécessaires afin de réaliser la synthèse de A.

a)Tout d'abord, on réalise l'oxydation ménagée du composé B en le faisant réagir avec un excès de dichromate de potassium acidifié. Donner la formule semi-développée du composé C non réducteur obtenu à l'issue de cette réaction. Indiquer son nom et sa famille.

b) On fait ensuite réagir le composé C avec l'ammoniac. Un composé D, intermédiaire entre C et A, est alors obtenu. Indiquer le nom de D. Écrire l'équation-bilan correspondante. De quel type de réaction s'agit-il ?

c) Enfin, la déshydratation du composé D conduit à la formation du composé A. Écrire l'équation de cette réaction.

3) Dans la pratique, il est possible d'utiliser, à la place du composé C, un dérivé E de ce dernier. E est obtenu par action du pentachlorure de phosphore (PCl_5) ou du chlorure de thionyle ($SOCl_2$) sur C. Donner la formule semi-développée et le nom de E.

Exercice 6

On réalise la synthèse du benzoate d'éthyle en mélangeant, dans un ballon, m (ac)=6,0g d'acide benzoïque solide de formule C_6H_5COOH, V=30mL d'éthanol et 1mL d'acide sulfurique. Après dissolution de l'acide benzoïque, on met en fonction un chauffage à reflux pendant une heure.

1. Ecrire l'équation de la réaction qui a lieu dans le ballon.
2. La masse volumique de l'éthanol est m (al)=0,81g.mL^{-1}. Montrer que l'alcool est introduit en large excès par rapport à l'acide benzoïque. Pourquoi utilise-t-on un excès d'alcool?
3. Quel est le rôle du chauffage? Améliore-t-il le rendement de cette synthèse?
4. Quel est le rôle du montage à reflux?
5. La masse d'ester obtenu lors de cette synthèse est m (est)$_{ef}$ = 5,3g.

a. Déterminer la quantité de matière d'ester n (est)$_t$ que l'on obtiendrait si la réaction était totale.

b. Déterminer le rendement de cette synthèse.

On réalise la synthèse de l'éthanoate de benzyle en mélangeant 0,30mol d'acide éthanoïque et 0,30mol d'alcool benzylique de formule $C_6H_5CH_2OH$. A l'équilibre, il reste 0,10 mol d'acide éthanoïque et 0,10 mol d'alcool benzylique dans le milieu réactionnel. On élimine alors 0,15 mol d'eau à l'aide d'un dispositif approprié.

1. Donner l'équation de la réaction de cette synthèse.
2. Déterminer les quantités de matière des espèces présentes à l'équilibre.
3. En déduire le taux d'avancement final (équilibre).
4. Après élimination de l'eau. Dans quel sens le système chimique va-t-il alors évoluer. Quel est l'intérêt de cette méthode?

Exercice 7 :

De nombreux lipides sont des glycérides, c'est-à-dire des triesters du glycérol et des acides gras.

1) Écrire la formule semi-développée du glycérol ou propane-1, 2,3-triol.

2) Écrire l'équation générale d'estérification par le glycérol d'un acide gras R — COOH.

3) On fait agir sur le lipide (ou triester) obtenu un excès d'une solution d'hydroxyde de sodium à chaud. Il se reforme du glycérol et un autre produit S.

3. a- Écrire l'équation générale de cette réaction. Quel est le nom général donné au produit S ?

3. b- Comment nomme-t-on ce type de réaction ?

4) Dans le cas où le corps gras utilisé dérive de l'acide oléique $C_{17}H_{33}$— COOH et où l'on fait agir l'hydroxyde de sodium sur m = 2.10^3 kg de ce corps gras, écrire l'équation de la réaction et calculer la masse du produit S obtenu.

Exercice 8 :

Le paracétamol HO — C_6H_4 — NH — CO — CH_3, principe actif du "Doliprane", est un médicament largement utilisé. Il concurrence l'aspirine comme antipyrétique et analgésique bien qu'il n'ait pas de propriétés anti-inflammatoires et qu'il soit un moins bon antalgique. La synthèse du paracétamol se fait à partir de l'anhydride acétique et du paraminophénol. La réaction produit en outre de l'acide acétique.

1) Quels groupes fonctionnels reconnaît-on dans le paracétamol ?

Écrire, à l'aide de formules semi-développées, l'équation de la synthèse du paracétamol.

Pourquoi utilise-t-on comme réactif l'anhydride acétique plutôt que l'acide acétique pour synthétiser le paracétamol ?

4) Une boite de "Doliprane 500 mg" pour adulte contient 16 comprimés dosés à 500 mg. Déterminer les quantités de matière (nombre de moles et les masses minimum des deux réactifs à mettre en œuvre pour synthétiser la quantité de paracétamol contenue dans une boîte.

Exercice 9 :

1. On considère l'anhydride symétrique saturé R-CO-O-CO-R avec R groupement alkyle

1-1. Ecrire l'équation de la réaction d'hydrolyse de cet anhydride.

1-2. Partant d'une masse de 1,3g de cet anhydride, on obtient à la fin de l'hydrolyse un composé X intégralement recueilli dans un certain volume d'eau distillée. La solution obtenue est dosée par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $1 mol.L^{-1}$. Il a fallu verser V = 20mL de soude pour atteindre l'équivalence. Sachant que le composé X réagit mole à mole avec l'hydroxyde de sodium.

a) Trouver la formule brute de l'anhydride.

b) Donner la formule semi-développée et le nom de l'anhydride.

1-3. Ecrire l'équation-bilan entre X et le propane-1, 2,3-triol (glycérol).

1-4. Le composé X réagit avec un excès de chlorure de thionyle $SOCl_2$ pour donner un corps organique Y.

a) Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre Y et la N-méthylpropan-2-amine.

b) Donner la fonction et le nom du corps organique Z obtenu par cette dernière réaction.

2. Ecrire l'équation-bilan entre l'anhydride propanoïque et le 3-méthylbutan-2-ol.

Donner les caractéristiques de cette réaction.

Exercice10 :

Un alcène C_nH_{2n} a pour masse molaire $56 g.mol^{-1}$.

- L'hydratation de l'alcène conduit à la formation de deux alcools A et B.
- Les deux alcools A et B subissent tous deux l'oxydation ménagée par le dichromate de potassium en milieu acide.
- Les produits d'oxydation de A et B donnent tous des précipités jaunes avec DNPH mais seul celui de A rosit le réactif de schiff.

1- En utilisant un raisonnement cohérant et rigoureux

1-1) Déterminer le nom de l'alcène initial

1-2) Ecrire les formules de A et B et les nommer

1-3) Ecrire l'équation-bilan de la réaction d'oxydation de A par le dichromate de potassium

2- Dans un tube scellé on mélange 0,5 mol d'un alcool de formule C_3H_7-CH_2OH et 50 mL d'une solution d'acide éthanoïque de concentration $C = 1 mol.L^{-1}$ au bout de deux jours on note la formation de 0,335 d'un composé organique E.

2-1) Quel est le nom de cette réaction ? Donner ses caractéristiques

2-2) Ecrire l'équation bilan de la réaction

2-3) Donner le nom du composé organique E

2-4) Proposer une méthode pour améliorer le rendement de cette réaction

2-5) Proposer une méthode pour augmenter la vitesse de cette réaction

En supposant que l'équilibre chimique est atteint au bout de deux jours, donner la composition du mélange à l'équilibre.

EXERCICE 11 :

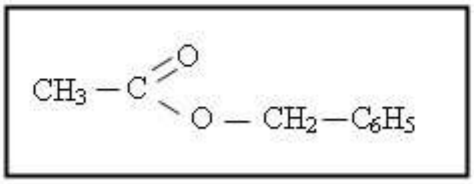
Le développement de la chimie organique de synthèse, à la fin du XIX^e siècle, a conduit à des substances d'odeurs attrayantes qui ont eu une grande influence sur la parfumerie.

Les substances odorantes appartiennent à des familles très diverses de composés chimiques : alcools, aldéhydes, cétones ou esters.

Parmi ces derniers, on peut citer l'acétate de benzyle présent dans l'essence de jasmin et le salicylate de méthyle constituant principal de l'essence de Wintergreen extraite de certaines plantes.

1.1 : Pour chaque famille de composés citée dans le texte écrire la formule du groupement fonctionnel puis donner un exemple de composé (formule semi-développée et nom) de la famille.

1.2 : La formule semi-développée de l'acétate de benzyle est :



De quel acide et de quel alcool dérive l'acétate de benzyle ?
Ecrire l'équation-bilan de la préparation de l'acétate de benzyle à partir de ces composés et préciser les caractéristiques de cette réaction.

__1.3__ : Un laborantin prépare le salicylate de méthyle par réaction de l'acide salicylique (ou acide 2-hydroxybenzoïque $HO\text{-}C_6H_4\text{-}COOH$) avec le méthanol.
Pour ce faire, il introduit dans un ballon une masse de 13,7 g d'acide salicylique, un volume de 12 mL de méthanol et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Il procède au chauffage pendant une heure. La réaction terminée, le mélange est refroidi puis séparé. Après séchage de la phase organique, une masse de 11,4 g de salicylate de méthyle est obtenue.

__1.3.1__ : Ecrire l'équation- bilan de la réaction.
__1.3.2__ : Déterminer le réactif limitant ou réactif en défaut.
__1.3.3__ : Quel est le rôle de l'acide sulfurique ? Et pourquoi chauffe-t-on ?
__1.3.4__ : Calculer le rendement de cette préparation.

Données : M (acide salicylique) =138 g/mol ; $M(CH_3OH)$ = 32 g/mol M (salicylate de méthyle) = 152 g/mol ; Masse volumique du méthanol : $\rho = 0{,}80 kg. L^{-1}$.

Exercice 12

On se propose de comparer plusieurs méthodes de préparation d'un ester : l'acétate d'amyle. On dispose des réactifs suivants :

- acide éthanoïque (acide acétique) ;
- pentan-1-ol (alcool amylique primaire) ;
- un déshydratant (P_4O_{10}) ;
- un dérivé chloré ($SOCl_2$ ou PCl_5).

1) On peut faire réagir d'abord l'acide et l'alcool.

a. Donner les formules semi développées de l'alcool et de l'acide utilisés. Ecrire l'équation de la réaction. Comment l'acétate d'amyle s'appelle-t-il dans la nomenclature systématique ?

b. On laisse réagir, dans une étuve, un mélange de 0,50 mol d'alcool et 0,50 mol d'acide. Au bout d'une journée la composition du mélange n'évolue plus ; on constate qu'il contient encore 0,17 mol d'acide.

Calculer le nombre n_1 de moles d'alcool estérifié. En déduire les pourcentages d'alcool et d'acide estérifiés. Pourquoi la composition du mélange reste-t-elle constante ?

c. On laisse réagir dans les mêmes conditions 0,50 mol d'alcool et 2,0 mol d'acide. Au bout d'une journée, la composition du mélange n'évolue plus ; celui-ci contient alors 1,54 mol d'acide. Calculer le nombre n_2 de moles d'alcool estérifié.

En déduire les pourcentages d'acide et d'alcool estérifiés.

d. A l'aide des résultats précédents (questions **1) b.** et **c.**), préciser comment varient les pourcentages d'alcool et d'acide estérifiés lorsqu'on change les concentrations initiales d'alcool et d'acide.

2) a. À partir des réactifs fournis (voir début de l'expérience), quels dérivés de l'acide peut-on préparer ? On donnera leurs formules semi développées et leurs noms (les équations des réactions de préparation ne sont pas demandées).

b. Ecrire l'équation d'une des réactions de préparation de l'acétate d'amyle utilisant l'un des dérivées ci-dessus.

c. Quel pourcentage d'alcool peut-on alors estérifier par ce procédé ?

Exercice 13 :

On considère les acides gras distincts $R_1 - COOH$; $R_2 - COOH$; $R_3 - COOH$.

1) Combien existe-t-il de triglycérides différents dont l'hydrolyse fournit simultanément les trois acides précédents ? Ecrire leurs formules semi développées.
2) Même question, mais l'hydrolyse conduit, cette fois, à un mélange des deux premiers acides.
3) Quelle est la formule brute $C_xH_YO_z$ d'un ester d'acide carboxylique à chaîne saturée linéaire non cyclique et d'alcool dérivé d'un alcane linéaire ?
4) Dans un ester E, la masse de carbone est égale à 2,25 fois la masse de l'oxygène qu'il renferme.

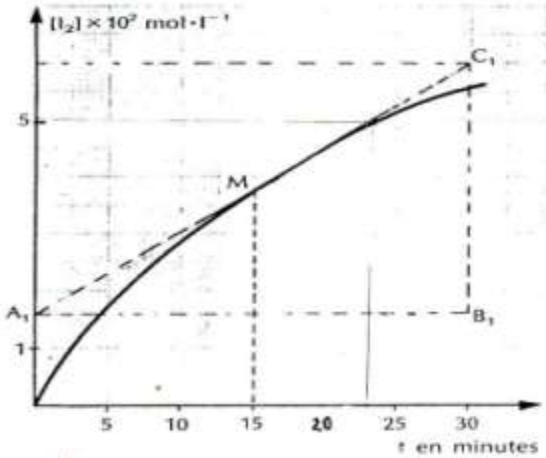
- Quelle est la formule brute de E ?
- Quelles sont les formules semi développées de tous les esters isomères de E ?

5) On chauffe l'ester E avec une solution aqueuse concentrée d'hydroxyde de sodium puis on ajoute, après refroidissement, de l'acide chlorhydrique avec précaution jusqu'à ce que le pH devienne égal à 2 (environ).
En écrivant la formule de l'ester sous la forme R ─ CCOR', donner les équations bilan des deux réactions précédentes.
6) Soit A et B les produits formés. On chauffe leur mélange avec une solution sulfurique de dichromate de potassium ; B est alors complètement transformé en A. En déduire les formules sémi-développées et les noms des composés A, B et C.

SERIE C4 : CINETIQUE CHIMIQUE

Exercice 1 :

A la date t = 0, sont mélangés 0,50 L d'une solution d'iodure de potassium (KI) de concentration molaire 0,4 mol/L et 0,50 L d'une solution de péroxodisulfate de potassium ($K_2S_2O_8$) de concentration molaire 0,2 mol/L. De ce mélange, maintenu à 25°C, sous agitation permanente, on a effectué des prélèvements réguliers pour déterminer par dosage la concentration molaire du diiode formé à différentes dates t. Cela a permis de tracer la courbe suivante traduisant la variation de la concentration en diiode du mélange en fonction du temps :



1.1. Calculer les concentrations en ion iodure I^- et en ion péroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ du mélange initial (avant toute réaction) et déterminer le temps de demi-réaction.

1.2. Ecrire l'équation de la réaction entre les ions iodure et les ions péroxodisulfate ; on considérera les couples I_2/I^- et $S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}$.

1.3. Définir la vitesse volumique instantanée de formation du diiode. La déterminer graphiquement à la date t = 15 min. En déduire la vitesse instantanée de disparition des ions iodures à la même date.

1.4. Pour effectuer cette expérience on a eu soin d'effectuer des prélèvements de 2 cm^3 que l'on a dilué immédiatement avec de l'eau glacée avant dosage. Expliquer quels avantages présente ce mode opératoire.

Exercice 2 :

Un acide carboxylique saturé A réagit sur un mono alcool saturé B pour donner un ester E. Un certain volume de solution aqueuse contenant m = 0,40gramme de l'acide A est dosé par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique C_b = 0,5 mol/L. Le volume de la solution d'hydroxyde de sodium qu'il faut verser pour atteindre l'équivalence est de V_b = 17,4 mL. L'alcool B peut être obtenu par hydratation d'un alcène. L'hydratation de 5,6grammes d'alcène produit 7,4grammes d'alcool B.

L'oxydation de l'alcool B donne un composé organique qui réagit avec la D.N.P.H, mais ne réagit pas avec la liqueur de Fehling.

2.1. Déterminer les formules semi- développées des composés A, B et E. Préciser la classe du composé B.

2.2. Ecrire l'équation - bilan de la réaction entre les composés A et B.

2.3. A une température T, on prépare plusieurs tubes, au contenu identique. Dans chaque tube, on mélange 4.10^{-2} mole de l'acide et 4.10^{-2} mole de l'alcool B, l'ensemble occupant un volume total de 5,9 mL. A une date t, on détermine par une méthode appropriée le nombre de mole(s) d'acide restant dans un tube et on obtient le tableau de valeur ci-dessous.

t(min)	0	2	4	6	9	12	15	20	30	40	50
n_a mol	40	32	27,2	24,8	22	20	18,3	16,8	15,6	14	14
[ester]											

2.3.1. Tracer la courbe représentative de l'évolution de la concentration de l'ester E formé au cours du temps. Echelle : 1 cm pour 0,5 mol/L et 1cm pour 4 min

2.3.2. Définir la vitesse instantanée d'apparition de l'ester E

2.3.3. Déterminer la valeur de cette vitesse aux dates $t_0 = 0$ et $t_1 = 20$ min.

2.3.4. Interpréter l'évolution de la vitesse d'apparition de cet ester au cours du temps.

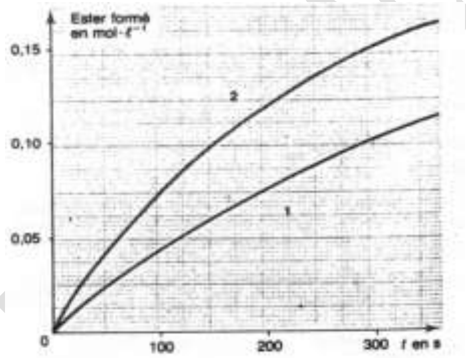
2.3.5. Montrer, justification à l'appui, que la réaction entre les composés A et B n'est pas totale.

2.3.6. Déterminer, alors, la composition du système final obtenu.

Exercice 3 :

3.1) A l'aide de formules générales écrire l'équation-bilan de la réaction entre un acide carboxylique et un alcool.

3.2) Préciser les caractères de cette réaction.



3.3) Pour réaliser l'étude cinétique de ce type de réaction on part d'éthanol et d'acide méthanoïque de même concentration : 0,6 mol.L^{-1}. On en mélange des volumes égaux et l'on fait deux parts égales A et B :

- à A on ajoute 0,5 mL d'acide sulfurique à 0,1 mol.L^{-1}
- à B on ajoute 0,5 mL d'acide sulfurique à 0,2 mol.L^{-1}

A différentes dates (t) on détermine la concentration de l'ester formé. Les courbes (1) et (2) représentent, en fonction du temps, les variations de la concentration de l'ester formé respectivement pour A et B.

3.3.1- Pour chaque cas envisagé déterminer la vitesse instantanée de formation de l'ester à la date t = 200 s. On expliquera la méthode utilisée.

3.3.2- Comparer ces valeurs et indiquer le rôle joué par l'acide sulfurique.

3.3.3- Déterminer les concentrations, en mol.L^{-1} de l'acide méthanoïque, de l'alcool et de l'ester à la date t = 300 s pour chaque cas.

3.3.4- Les deux essais tendent-ils vers la même limite ? Justifier la réponse.

NB : Le volume de l'acide sulfurique ajouté est négligeable par rapport à celui des échantillons A et B.

Exercice 4 :

4.1. On veut étudier la cinétique de la réaction entre l'acide méthanoïque et le propan - 2- ol

4.1.1 Quel est le nom de cette réaction ?

4.1.2. Ecrire son équation-bilan.

4.1.3. Nommer les produits formés.

4.2. A la date t=0, on mélange 0,2 mol de chacun de ces 2 réactifs, dans un ballon maintenu dans de l'eau bouillante. Des prises d'essai sont effectuées dans le mélange de temps en temps et versées immédiatement dans un bêcher plongé dans la glace.

4.2.1. Quelle est la raison de cette dernière opération ?

4.2.2. Pourquoi le mélange est-il chauffé par l'eau bouillante ?

4.3. On dose l'acide restant dans chaque prise d'essai par x mL d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration 1mol. L^{-1} suivant le tableau :

t (min)	0	3	8	18	28	38	48	58	68
x (ml)	200	160	135	100	85	72	69	69	69
n_E (mol)									

4.3.1.Montrer que le nombre de mole nE du produit organique E formé est fonction de x suivant la relation : $n_E = (200 - x).10^{-3}$ (x en m1)

4.3.2. Compléter le tableau ci-dessous

4.3.3. Tracer la courbe $n_E = f(t)$

4.3.4. Calculer la vitesse de formation du composé organique E à l'instant t = 18mn ; puis à l'instant t=38mn.

4.3.5. Expliquer à partir du calcul des 2 vitesses de formation, comment varie la vitesse de réaction au cours du temps ?

4.3.6. Déterminer le temps de demi - réaction

Exercice 5 *:*

Les esters sont très abondants dans la nature. Les plus simples, dans les conditions ordinaires de température et de pression, sont liquides et le plus souvent odorants. Ils constituent ce qu'on appelle couramment les esters de fruit.

Au cours d'une séance de travaux pratiques, les élèves réalisent l'étude cinétique de la réaction d'hydrolyse du benzoate d'éthyle de formule semi-développée : $C_6H_5 - COO - C_2H_5$. Pour cela, le préparateur dissout n = 0,25 mol de benzoate d'éthyle dans de l'eau de façon à obtenir 500 mL de solution notée S_0.

Chaque groupe d'élèves prélève 100 mL de la solution S_0 qu'il répartit dans 10 tubes (de 10 mL chacun) maintenus à température constante dans une enceinte thermostatée, à la date t = 0.

A différentes dates t, chaque prélèvement est versé dans un erlenmeyer contenant de l'eau glacée et on dose l'acide formé à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 0{,}50\ mol.L^{-1}$, en présence du bleu de bromothymol. Pour obtenir le virage de cet indicateur coloré, il faut verser un volume V_b de solution d'hydroxyde de sodium.

5.1. Montrer que la quantité de matière initiale n_0 d'ester dans chaque prélèvement est $n_0 = 5.10^{-3}$ mol.

5.2. Ecrire l'équation-bilan de la réaction chimique support du dosage. Préciser la couleur de la solution obtenue à l'équivalence.

5.3. Ecrire l'équation-bilan de la réaction d'hydrolyse du benzoate d'éthyle et préciser ses caractéristiques. Nommer les produits de la réaction.

5.4. Comment appelle-t-on ce procédé consistant à verser le mélange réactionnel dans de l'eau glacée ? Quel est le but de ce procédé ? Quels sont les facteurs cinétiques qui interviennent ?

5.5. Les résultats du dosage sont regroupés dans le tableau suivant, V_b étant le volume de base versé à l'équivalence du dosage d'un prélèvement et n_e la quantité de matière d'ester restant dans un tube à la date t.

Date t (min)	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	**90**	**120**
V_b (mL)	**0**	**2,1**	**3,7**	**5,0**	**6,1**	**6,9**	**7,5**	**8,6**	**9,4**
n_e (10^{-3} mol)	**5**								

5.5.1. Montrer que la quantité de matière d'ester restant dans un prélèvement est donnée par l'expression :

$$\mathbf{n_e = n_0 - C_b.V_b}$$

5.5.2. Compléter le tableau et tracer le graphe $n_e = f(t)$. On prendra pour échelle : $\begin{cases} 1\ cm \longrightarrow 10\ min \\ 2{,}5\ cm \longrightarrow 10^{-3} mol \end{cases}$

5.5.3. Définir la vitesse instantanée de disparition de l'ester à la date t. Calculer cette vitesse à la date t = 25 min et t' = 70 min. Justifier l'évolution constatée pour cette vitesse.

5.5.4. Déterminer la vitesse moyenne de disparition de l'ester entre les instants t_1 =15 min et t_2 =45 min.

5.5.5. Citer deux méthodes utilisables pour augmenter la vitesse de cette réaction.

EXERCICE 6 :

On donne : Masses molaires en g/mol : H : 1 ; C : 12 ; N : 14 ; Constante des gaz parfaits $R = 8{,}2.10^{-2}$ L.atm/mol.K

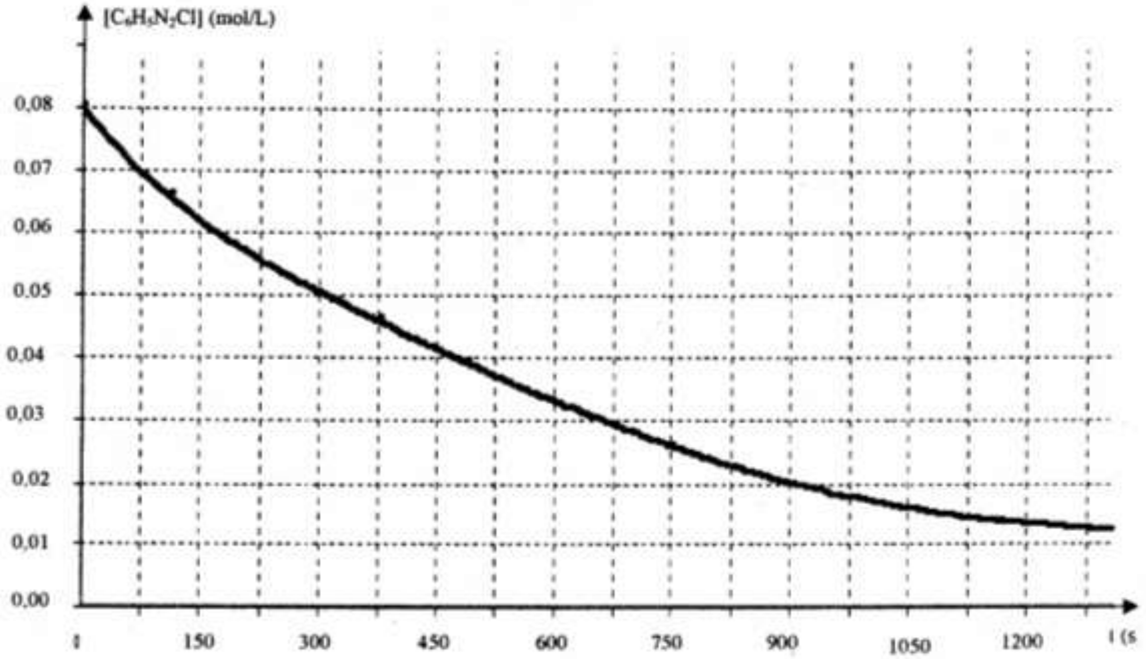
Le chlorure de benzène diazonium, en solution aqueuse, se décompose dès que la température est supérieure à 10° C selon l'équation-bilan : $C_6H_5N_2Cl \rightarrow C_6H_5Cl + N_2$ (gaz)

Le diazote formé, très peu soluble dans l'eau, se dégage. La mesure du volume x de diazote dégagé à température et sous pression constantes permet de suivre le déroulement de la réaction. On utilise un volume V = 35 mL d'une solution de chlorure de benzène diazonium à 11,25 $g.L^{-1}$ et à la température de 17° C et sous la pression P = 1 atm.

6.1) Vérifier que la concentration initiale du chlorure de benzène diazonium vaut $C_0 = 8.10^{-2}\ mol.L^{-1}$.

6.2) Montrer que la concentration $[C_6H_5N_2Cl]$ de la solution de chlorure de benzène diazonium restant à chaque instant est donnée en fonction de C_0 et x par la relation : $[C_6H_5N_2Cl] = C_0(1 - 15x)$; avec x en litre

6.3) Le graphe de la concentration $[C_6H_5N_2Cl]$ en fonction du temps est donné ci-dessous.



6.3.1- Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction τ.
6.3.2- Calculer le volume x de diazote dégagé à la date τ.
6.3.3- Définir la vitesse instantanée de disparition du chlorure de benzène diazonium puis la déterminer à $t_1 = \tau$ et à $t_2 = 0,25$ h.
6.3.4- Quel facteur cinétique explique la variation de vitesse entre t_1 et t_2 ?
6.4) Déterminer le volume de diazote formé au bout d'un temps infini.

EXERCICE 7: On donne : 1 bar = 10^5 Pa

Le pentoxyde de diazote N_2O_5 se décompose selon la réaction : $2\ N_2O_5\ (g) \rightarrow 4\ NO_2\ (g) + O_2\ (g)$
Dans un réacteur de volume constant, dont la température est maintenue à 300 K, on introduit du pentoxyde de diazote pur sous une pression P = 0,732 bar et on déclenche le chronomètre. On relève les valeurs de la pression du mélange gazeux P_t au cours du temps.

t (s)	10	20	30	60	90	120	150	180	210	240
P_t (bar)	0,746	0,756	0,766	0, 783	0,797	0,807	0,814	0,820	0,822	0,825
$[NO_2]$ (mol.L^{-1})										

7.1. On note n la quantité de matière de pentoxyde de diazote ayant disparu à l'instant t.
7.1.1. Exprimer en fonction de n les quantités de matière de dioxygène O_2 et de dioxyde d'azote NO_2 apparues au même instant.
7.1.2. En déduire, en fonction de n la quantité de matière totale des gaz contenus dans le réacteur.
7.2. Le mélange est assimilé à un gaz parfait. On rappelle que dans ces conditions à température et à volume constants, la pression est proportionnelle à la quantité de matière gazeuse.
7.2.1. Exprimer alors n en fonction de P_t et P_0 et n_0 quantité de matière initiale en pentoxyde de diazote.
7.2.2 .Compléter le tableau.
7.2.3 . Vitesse de formation de $[NO_2]$ en fonction du temps.
7.2.3.1. Tracer la courbe donnant les variations de la concentration $[NO_2]$ du dioxyde d'azote formé en fonction du temps. Echelles : 1 cm pour 20 s et 2 cm pour 1 mmol.L^{-1}.
7.2.3.2. Calculer la vitesse de disparition du pentoxyde de diazote à l'instant t = 2 min 30 s.
7.2.3.3. Déterminer la pression à la date de demi-réaction si on laisse la réaction évoluer au delà de la date t = 240 s .

EXERCICE 8 :

Potentiels normaux des couples rédox : E° (Zn^{2+}/ Zn) = 0,76 V et E°(H_3O^+/ H_2) = 0,00 V
Volume molaire dans les conditions de l'expérience : V_0 = 24 L.mol^{-1}
Masses molaires en g.mol^{-1} : Cl : 35,5 ; H : 1 ; O : 16 ; Zn : 65,4

On étudie la cinétique de la réaction naturelle entre 2 couples. A t = 0, on introduit une masse m = 1 g de zinc en poudre dans un ballon contenant V = 40 mL d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration C_a = 0,5 $mol.L^{-1}$. On recueille le gaz dihydrogène formé au cours du temps et on mesure son volume $V(H_2)$. A chaque instant, on désigne par x le nombre de mole d'acide disparu et par C_R sa concentration molaire résiduelle.

8.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

8.2. Tenant compte des données numériques de l'énoncé et de l'équation précédemment écrite,

8.2.1.Etablir les relations : $x = \frac{V(H_2)}{12}$ et $C_R = 0,5 - 25x$. (x est en mol, $V(H_2)$ en L et C_R en $mol.L^{-1}$)

8.2.2. Compléter le tableau de mesures ci-dessous et tracer la courbe $C_R = f(t)$. Le candidat choisira une échelle judicieuse qu'il précisera.

t (min)	0	100	200	300	400	500	600	700	800
$V(H_2)$ (mL)	0	57,6	96	124,8	144	1631,2	177,6	187,2	201,6
x (mol)									
C_R ($mol.L^{-1}$)									

8.2.3. Déterminer la vitesse moyenne de disparition des ions H_3O^+ entre les dates t_1 = 200 min et t_2 = 500 min

8.2.4. Déterminer graphiquement la vitesse instantanée de disparition des ions hydronium $V(H_3O^+)$ à la date t_1 = 200 min.

8.3.1. Déterminer la concentration C_1 de la solution en ion Zn^{2+} à t = 300 min.

8.3.2. Déterminer la concentration C_2 de la solution en ion Zn^{2+} en fin de réaction et calculer la masse m_r de zinc restant.

8.4.1. Établir une relation entre les vitesses instantanées de disparition de H_3O^+ et de formation de Zn^{2+}.

8.4.2. En déduire la vitesse instantanée de formation de Zn^{2+} à t_1 = 200 min.

SERIE C5 : AUTOPROTOLYSE DE L'EAU- pH D'UNE SOLUTION AQUEUSE- INDICATEURS COLORES

Rappels : Solutions aqueuses

Une solution est un mélange homogène de deux ou plusieurs corps purs. Quand elle est liquide, elle se compose d'un soluté et d'un solvant. Le solvant est le liquide et le soluté est le corps dissout dans le solvant (liquide, solide, gaz). Quand le solvant est de l'eau, on parle de solution aqueuse.

I. Inventaire des espèces chimiques présentes dans une solution

C'est l'ensemble des espèces chimiques présentes dans une solution. Elles sont soit des molécules soit des ions.

Exemple : On considère une solution aqueuse d'acide éthanoïque (CH_3-COOH).

1) Ecrire l'équation-bilan de dissolution
2) Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes dans la solution.

Réponse

1) Equation-bilan de dissolution :

$$R-COOH \;+\; H_2O \;\rightleftharpoons\; R-COO^- \;+\; H_3O^+$$

Acide carboxylique — *Ion carboxylate* — *Ion hydronium*

2) Les espèces chimiques présentes dans la solution :
   - molécule : CH_3-COOH ; H_2O
   - ions : H_3O^+ ; OH^+ ; CH_3-COO^-

II. Grandeurs caractéristiques d'une solution aqueuse

II.1 Nombre de moles d'un soluté

✓ **Pour un solide ou un liquide :** $n(A) = \frac{m(A)}{M(A)}$

✓ **Pour un gaz :**

$$n(A) = \frac{V_A}{V_m} = \frac{P.V_A}{RT}$$

Où $\begin{cases} R = 0{,}082\,atm/L.mol.K \\ R = 8{,}314\,J/mol.K \end{cases}$ avec 1J = 1Pa.m^3

II.2 Concentration d'un soluté dans une solution :

✓ **Concentration molaire :**

La concentration molaire (ou molarité) notée C_A ou $[A]$ est la quantité de matière de soluté A dissoute dans un litre (1L) de solution :

$$\boxed{C = \frac{n_{soluté}}{V_{solution}}}$$

✓ **Concentration massique :**

La concentration massique C_m est la masse de soluté dissoute dans un litre (1L) de solution :

$$\boxed{C_m = \frac{m_{soluté}}{V_{solution}}}$$

✓ **Relation entre C et C_m :**

$$\begin{cases} C = \dfrac{n_{soluté}}{V_{solution}} \\ C = \dfrac{m_{soluté}}{V_{solution}} \end{cases} \quad or \quad n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = n \times M \quad \text{D'où} \quad C_m = \frac{n}{V} \times M \Rightarrow C_m = C \times M$$

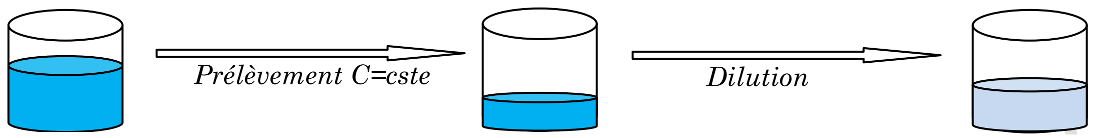
III. Préparation d'une solution aqueuse

On prépare une solution aqueuse par dissolution du soluté dans l'eau ou par la dilution.

III.1 Notion de dilution

☞ **Principe de la dilution**

Diluer une solution revient à diminuer sa concentration en augmentant le volume du solvant



$S_i\begin{cases}C_i\\V_i\end{cases}$ $\qquad S_0\begin{cases}C_i\\V_0\end{cases}$ $\qquad S_f\begin{cases}C_f\\V_f\end{cases}$

Conservation de la quantité de matière : $C_iV_0 = C_fV_f$

Remarque :

$\dfrac{C_i}{C_f} = \dfrac{V_f}{V_0} = Cste = F$ Où **F** : est appelé facteur de dilution

Si F = 10 $\Rightarrow$ $\begin{cases}C_f = \dfrac{1}{10}C_i\\ V_f = 10V_0\end{cases}$ On dit que la solution S_i est diluée au $10^{ème}$.

☞ **Solution commerciale**

Soit une solution commerciale de pourcentage massique *p* et de densité *d*. Donnons l'expression de la concentration molaire de cette solution commerciale :

On a :

$$C_0 = \frac{n_{soluté}}{V_{solution}} = \frac{m_{soluté}}{M_{soluté}\times V_{solution}} \quad Or \ \ \% = p = \frac{m_{soluté}}{m_{solution}}\times 100 \Rightarrow m_{soluté} = \frac{p\times m_{solution}}{100}$$

$$\Rightarrow C_0 = \frac{p\times m_{solution}}{100\times M_{soluté}\times V_{solution}}$$

Or $d = \dfrac{\rho_{solution}}{\rho_{eau}} = \dfrac{m_{solution}}{\rho_{eau}\times V_{solution}} \Rightarrow m_{solution} = d\times\rho_{eau}\times V_{solution}$

D'où $C_0 = \dfrac{p\times d\times\rho_{eau}\times V_{solution}}{100\times M_{soluté}\times V_{solution}} \Rightarrow \boxed{C_0 = \dfrac{p.d.\rho_{eau}}{100.M}}$ Avec ρ_{eau} = 1000g/L.

III.2 Dissolution d'un soluté dans l'eau

a) Equation de la dissolution :

Soit un soluté de formule moléculaire A_aB_b. L'équation de sa dissolution dans l'eau s'écrit :

$$A_aB_b \xrightarrow{eau} aA^{b+} + bB^{a-}$$

Exemple : Dissolution de sulfate d'aluminium $Al_2(SO_4)_3$ dans l'eau

$$Al_2(SO_4)_3 \xrightarrow{eau} 2Al^{3+} + 3SO_4^{2-}$$

b) Électroneutralité des solutions aqueuses

Toute solution aqueuse est électriquement neutre : la somme des charges positives est égale à la somme des charges négatives.

Elle se traduit par l'équation d'électroneutralité : $\sum[Q_+]=\sum[Q_-]$

Exemple : La solution aqueuse de sulfate d'aluminium renferme les ions H_3O^+, OH^-, Al^{3+}, SO_4^{2-}.

L'équation d'électroneutralité s'écrit : $\left[H_3O^+\right]+3\left[Al^{3+}\right]=\left[OH^-\right]+2\left[SO_4^{2-}\right]$.

c) <u>Conservation de la matière</u>

Considérons la dissolution du soluté AH dans l'eau :

$$\begin{array}{lcccccccc} & AH & + & H_2O & \rightleftarrows & A^- & + & H_3O^+ \\ t=0 & n_0 & & & & 0 & & 0 \\ t\neq 0 & n_0-x & & & & x & & x \end{array}$$

$$\begin{cases} n(AH)_{rest}=n_0-x \\ n(AH)_{réag}=x=n(A^-)_{formé} \end{cases} \Rightarrow n(AH)_0=n(A^-)_{formé}+n(AH)_{rest}$$

$$\boxed{[AH]_0=\left[A^-\right]+[AH]_{rest}}$$

III.3 Solubilité et saturation d'une solution

- ✓ Une solution est saturée quand le solvant ne peut plus dissoudre le soluté.
- ✓ La solubilité est la quantité maximale de soluté qu'on peut dissoudre dans 1L de solution. Elle s'exprime en $g.L^{-1}$ et sa valeur dépend de la température du solvant.

  Exemple :

Composés	Solubilité en $g.L^{-1}$ (à 20°C)
NaCl	360
NaOH	920
HCl	445

<u>EXERCICE 1 :</u>

1) Par analogie avec le pH d'une solution, on peut définir le pOH d'une solution.

a) Définir le pOH d'une solution.

b) Trouver la relation entre pH, pOH et pKe.

c) Quel serait, à 25°C, le pOH d'une solution pour laquelle $[H_3O^+]= 10^{-3}mol.L^{-1}$?

2) Rappeler l'équation d'autoprotolyse de l'eau. En vous inspirant de cette équation, écrire celles des réactions d'autoprotolyse de l'ammoniac NH_3 et de l'éthanol C_2H_5OH purs.

<u>EXERCICE 2 :</u>

1) On donne le pH de l'eau pure pour différentes températures exprimées en Kelvin (K).

T(K)	273	288	298	303	333
pH	7,5	7,2	7,0	6,9	6,5

a) Tracer la courbe pH = $f(\frac{1}{T})$ et déterminer son équation.

b) La réaction d'autoprotolyse de l'eau est-elle exothermique ou endothermique ?

c) Pour quelle valeur de la température le pH de l'eau pure est-il égal à 7,3 ? Calculer alors le produit ionique de l'eau Ke puis pKe à cette température.

d) Déterminer le pH de l'eau pure à 80°C.

2) A 37°C, le produit ionique de l'eau pure est tel que pKe = 13,6.

a) Définir à cette température ce qu'est une solution neutre, acide et basique.

b) La salive a un pH de 6,80 à 37°C. Est-elle acide, basique ou neutre ?

EXERCICE 3 :

1) On veut déterminer le pH d'une solution (S). Pour cela, on fait les tests suivants : S + phénolphtaléine = solution incolore ; S + bleu de bromothymol = solution jaune ; S + hélianthine = solution jaune. Trouver les limites qu'on peut attribuer au pH de la solution. Peut-on arriver au même résultat avec deux tests seulement ? Si oui, lesquels ? On donne les zones de virages et les couleurs des indicateurs colorés :

Indicateur coloré	Couleur acide	zone de virage	Couleur basique
Phénolphtaléine	incolore	8-10	rouge
Bleu de bromothymol	jaune	6,2-7,6	bleu
Hélianthine	rouge	3,1-4,4	jaune

2) A 25°C, une solution (S') est telle que $\frac{[H_3O^+]}{[OH^-]} = 6,5.10^2$

a) Calculer la concentration molaire en ions H_3O^+ et OH^-

b) Quelle est la valeur du pH de cette solution ?

c) Le rouge méthyle est un indicateur coloré qui est rouge par pH ≤ 4,4 et jaune par pH ≥ 6,2. Quelle sera la couleur de cet indicateur dans la solution (S').

EXERCICE 4 :

1) On dissout à 25°C 0,2mol de nitrate de baryum $Ba(NO_3)_2$ dans un litre d'eau pure. Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes en solution. Quelle est leur concentration molaire ? Quel est le pH de la solution ?

2) Dans une fiole jaugée de 250mL, on met :

- V_1 = 25mL de solution de chlorure de sodium (NaCl) de concentration molaire C_1 = 0,8mol.L^{-1}
- V_2 = 50mL de solution de bromure de calcium ($CaBr_2$) de concentration C_2 = 0,5mol.L^{-1}

-n_3 = 3.10^{-2}mol de chlorure de calcium ($CaCl_2$)

-m_4 = 20,3g de chlorure de magnésium hydraté $[MgCl_2.6H_2O]$

-m_5 = 10,3g de bromure de sodium (NaBr)

On complète à 250mL avec de l'eau distillée.

a) Faire l'inventaire des espèces ioniques présentent en solution et calculer la quantité de matière et la concentration molaire de chaque ion.

b) Vérifier que la solution est électriquement neutre. On admettra qu'il ne se produit aucune réaction entre les différents ions présents. On donne : M(Mg) = 24g/mol ; M(Br) = 80g/mol ; M(Na) = 23g/mol ; M(Cl) = 35,5g/mol

EXERCICE 5 :

On dispose d'une solution d'acide méthanoïque titrant 98% en masse. La masse volumique de cet acide est ρ = 1,22g.cm^{-3}. Avec une pipette on prélève 11,5cm^{-3} de l'acide que l'on verse dans une fiole jaugée de 1L. On complète ensuite à 1L avec de l'eau distillée pour obtenir une solution S_1.

1) Déterminer la masse m d'acide méthanoïque prélevée.

2) Déterminer la concentration C_1 de la solution S_1.

3) On prélève V_1 = 20mL de S_1 que l'on introduit dans une fiole. Quel volume d'eau faut-il ajouter pour obtenir une solution S_2 de concentration C_2 = 0,1mol.L^{-1} ?

4) On dilue 10fois la solution S_2. Calculer le volume d'eau pure nécessaire à cette dilution et la concentration C_3 de la solution S_3 ainsi obtenue. En déduire le pH de la solution S_3 ainsi obtenue.

Exercice 6 :

On dispose d'une solution de nitrate de potassium KNO_3 à C_1=0,5mol.L^{-1}, d'une solution de nitrate de calcium $Ca(NO_3)_2$ à C_2=0,8mol.L^{-1}, d'une solution de chlorure de potassium KCl à C_3=1mol.L^{-1} et de chlorure de magnésium cristallisé, de formule : $MgCl_2,6H_2O$. On souhaite préparer *un litre* de solution contenant les ions Mg^{2+}, Ca^{2+}, K^+, NO_3^- et Cl^- tels que $[Mg^{2+}]$=0,2mol.L^{-1} ; $[NO_3^-]$=0,25mol.L^{-1} ; $[Ca^{2+}]$=0,1mol.L^{-1} ; $[K^+]$=0,25mol.L^{-1}.

1) Déterminer les volumes des solutions et la masse de solide à mélanger pour préparer cette solution, que l'on complète à 1 L avec de l'eau distillée.
2) Calculer directement la concentration $[Cl^-]$.
3) Vérifier l'électroneutralité de la solution.

SERIE C6 : ACIDE FORT-BASE FORTE-REACTION ENTRE ACIDE FORT ET BASE FORTE-DOSAGE

SUPPORT DE COURS : pH DES MELANGES ACIDES/BASES

I./ pH d'un mélange d'acides forts :

- ✓ Exemple de 2 acides forts :

$$S_1\left(H_{n_1}A_1\right)\left|\begin{array}{l}C_1\\V_1\\pH_1=-\log n_1C_1\end{array}\right. \quad + \quad S_2\left(H_{n_2}A_2\right)\left|\begin{array}{l}C_2\\V_2\\pH_2=-\log n_2C_2\end{array}\right.$$

$$H_{n_1}A + n_1H_2O \longrightarrow n_1H_3O^+ + A^{n_1-} \quad \Downarrow \quad H_{n_2}A + n_2H_2O \longrightarrow n_2H_3O^+ + A^{n_2-}$$

$$S=S_1+S_2\left(H_{n_1}A_1\right)\left|\begin{array}{l}V=V_1+V_2\\pH=?\end{array}\right.$$

- Nombre de moles d'ion H_3O^+ dans S : $n\left(H_3O^+\right)=n\left(H_3O^+\right)_{S_1}+n\left(H_3O^+\right)_{S_2}=n_1C_1V_1+n_2C_2V_2$
- Concentration des ions H_3O^+ dans S : $\left[H_3O^+\right]=\dfrac{n\left(H_3O^+\right)}{V}=\dfrac{n_1C_1V_1+n_2C_2V_2}{V_1+V_2}$
- pH du mélange : $pH=-\log\left[H_3O^+\right]=-\log\left(\dfrac{n_1C_1V_1+n_2C_2V_2}{V_1+V_2}\right)$

- ✓ ***Généralisation :***

$$pH=-\log\left[H_3O^+\right]=-\log\left(\frac{\sum n_iC_iV_i}{\sum V_i}\right)$$

II./ pH d'un mélange de bases fortes :

- ✓ Exemple de 2 bases fortes à 25°C : $pH=14+\log\dfrac{n_1C_1V_1+n_2C_2V_2}{V_1+V_2}$

- ✓ ***Généralisation :*** $pH=14+\log\left(\dfrac{\sum n_iC_iV_i}{\sum V_i}\right)$

III./ pH d'un mélange d'acide fort et de base forte :

$$S_a\left(H_nA\right)\left|\begin{array}{l}C_a\\V_a\\pH_1=-\log nC_a\end{array}\right. \quad + \quad S_b\left(B(OH)_{n'}\right)\left|\begin{array}{l}C_b\\V_b\\pH_2=14+\log n'C_b\end{array}\right.$$

$$H_nA + nH_2O \longrightarrow nH_3O^+ + A^{n-} \quad \Downarrow \quad B\left(OH\right)_{n'} \xrightarrow{H_2O} n'OH^- + B^{n'+}$$

$$S\left|\begin{array}{l}V=V_a+V_b\\pH=?\end{array}\right.$$

$$H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$$

☞ Si $n\left(H_3O^+\right)\succ n\left(OH^-\right) \Rightarrow nC_aV_a\succ n'C_bV_b$ alors la solution est acide ($pH < 7$ *à 25°C*)

$$n\left(H_3O^+\right)_{rest}=nC_aV_a-n'C_bV_b \Rightarrow \left[H_3O^+\right]_{rest}=\frac{nC_aV_a-n'C_bV_b}{V_a+V_b}$$

$$pH = -\log\left[H_3O^+\right]_{rest} = -\log\left(\frac{nC_aV_a - n'C_bV_b}{V_a + V_b}\right)$$

☞ Si $n\left(H_3O^+\right) \prec n\left(OH^-\right) \Rightarrow nC_aV_a \prec n'C_bV_b$ alors la solution est basique (*pH > 7 à 25°C*)

$$n\left(OH^-\right)_{rest} = n'C_bV_b - nC_aV_a \quad \Rightarrow \quad \left[OH^-\right]_{rest} = \frac{n'C_bV_b - nC_aV_a}{V_a + V_b}$$

$$pH = 14 + \log\left[OH^-\right]_{rest} = 14 + \log\left(\frac{n'C_bV_b - nC_aV_a}{V_a + V_b}\right)$$

☞ Si $n\left(H_3O^+\right) = n\left(OH^-\right) \Rightarrow nC_aV_a = n'C_bV_b$ alors la solution est neutre (*pH = 7 à 25°C*).

On dit qu'on est à l'équivalence acido-basique.

<u>Exercice d'application</u> : MELANGE ACIDE FORT ET BASE FORTE

On obtient une solution S en mélangeant une solution S_1 de HCl de concentration $C_1 = 2.10^{-2}$ M, de volume V_1 et une solution S_2 de NaOH de concentration $C_2 = 0,5.10^{-2}$ M, de volume V_2. Le volume de la solution S obtenu est V = 250mL. Déterminer V_1 et V_2 si :

a) Le pH de S vaut 5. b) Le pH de S vaut 10.

<u>EXERCICE 1</u> : acide fort

L'acide sulfurique H_2SO_4 peut être considéré, lorsque sa concentration est faible, comme un diacide fort libérant en solution aqueuse des ions hydronium H_3O^+ et sulfate SO_4^{2-}.

1) Ecrire l'équation de la réaction de dissociation de H_2SO_4 dans l'eau pure.

2) On veut préparer 10 L d'une solution A de H_2SO_4 de pH égal à 3,2. Pour cela, on part d'une solution commerciale de H_2SO_4 de densité (par rapport à l'eau) d = 1,815 et contenant 90 % d'acide pur H_2SO_4 (pourcentage en masse). Quel volume de cette solution commerciale doit-on utiliser ?

3) On mélange 200 mL de cette solution A avec 550 mL d'une solution d'acide chlorhydrique à 3.10^{-3} mol.L^{-1}. Déterminer les quantités de matière des différentes espèces en solution ainsi que le pH de la solution finale.

<u>EXERCICE 2 :</u> base forte

1) On prépare une solution (S) en dissolvant 8g de pastilles de soude dans 3L d'eau.

a) Faire l'inventaire des diférentes espèces chimiques présentes dans la solution.

b) Calculer les concentrations molaires de ces espèces.

c) On prélève 10mL de la solution S et on ajoute 150mL d'eau distillé. Calculer le pH de la nouvelle solution S' ainsi obtenu.

2) On introduit 5g d'hydroxyde de calcium $Ca(OH)_2$ dans 200mL d'eau. On chauffe puis on filtre. Après refroidissement, on mesure le pH de la solution à 25°C, on trouve 12,6.

a) Cles concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans la solution.

b) Calculer la solubilité en g/L puis en mol/L de l'hydroxyde de calcium.

On donne: M(Ca) = 40g/mol; M(H) = 1 g/mol; M(O) = 16g/mol

<u>EXERCICE 3 :</u> MELANGE ACIDE FORT ET BASE FORTE

1) On dissout 0,14g de pastille de potasse (KOH) dans 250mL d'eau. Quel est le pH de la solution S_1 obtenue ?

2) Une solution S_2 d'acide bromhydrique (HBr) a une concentration $C_2 = 2,5.10^{-2}$mol.L^{-1}. La mesure du pH de cette solution donne une valeur de 1,6. Cet acide est-il fort ? Justifiez-le.

3) On mélange dans un bécher 10mL de la solution S_1 et 10mL de la solution S_2 ;

a) Y-t-il réaction ? Si oui, laquelle ?

b) Quelle est la nature de la solution contenue dans le bécher du point de vue acido-basique ?

c) Déterminer le pH du mélange. Données : M(K) = 39g/mol ; M(O) = 16g/mol ; M(H) = 1g/mol.

EXERCICE 4 : MELANGE ACIDE FORT ET BASE FORTE

1) On mélange 10mL d'une solution de chlorure d'hydrogène (HCl) à 0,10mol.L^{-1} et 60mL d'une solution d'acide nitrique HNO_3 à 0,05mol.L^{-1}. Calculer le pH du mélange.

2) On mélange :20mL de solution de HCl à 0,02mol.L^{-1}; 20mL de solution de NaCl à 0,01mol.L^{-1}; 20mL de solution de KCl à 0,01mol.L^{-1}

a) Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques en solution.

b) Calculer le pH du mélange.Vérifier l'électroneutralité de la solution.

3) 0n mélange :20mL de solution de KOH à 0,02mol.L^{-1}; 50mL de solution de NaCl à 0,01mol.L^{-1}; 50mL de solution de $Ca(OH)_2$ à 0,01mol.L^{-1}; 50mL d'eau distillé. Calculer le pH du mélange.

EXERCICE 5 : Dosage d'une solution d'acide chlorhydrique par la soude

Dans un bécher contenant un volume V_A = 100 mL d'acide chlorhydrique, on verse, à l'aide d'une burette, une solution d'hydroxyde de sodium de concentration C_B = 0,1 mol.L^{-1}. Le tableau ci-dessous indique pour différentes valeurs du volume V_B en mL de la solution de base versée, les valeurs correspondantes du pH.

V_B(mL)	0	1,5	3	5	7	7,5	8	8,5	8,7	9	9,3	9,5	10	10,5	11	13
pH	2,1	2,2	2,3	2,4	2,7	2,8	3,0	3,4	3,7	7,0	10,0	10,4	10,8	11,0	11,2	11,4

1) Faire un schéma annoté du dispositif utilisé dans se dosage.

2) Construire le graphique pH = f (V_B) sur papier millimétré, en indiquant l'échelle. En déduire les coordonnées du point équivalent E.

3) Déterminer la concentration C_A, en mol.L^{-1}, de la solution d'acide chlorhydrique utilisée.

4) Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre l'ion hydroxyde et l'acide chlorhydrique.

5) Parmi les trois indicateurs colorés cités ci-dessous quels sont ceux qui pourraient servir au dosage de l'acide ? Comment serait repéré le volume équivalent ?

Indicateurs	Valeurs du pH				
Hélianthine	rouge	3,1	orange	4,4	jaune
Bleu de bromothymol	jaune	6,0	vert	7,6	bleu
jaune d'alizarine	jaune	6,0	vert	7,6	bleu

EXERCICE 6 : Analyse d'une solution d'acide chlorhydrique

On peut lire sur l'étiquette d'une bouteille d'acide chlorhydrique les données suivantes :

« masse volumique : 1200 kg.m^{-3}; pourcentage en masse d'acide pur : 37 % ».

1) On extrait de cette bouteille un volume V_0 = 4,2mL de solution S_0, qu'on complète à 400 mL avec de l'eau pure. Calculer la concentration C_A de la solution S ainsi préparée.

2) Afin de vérifier cette concentration, on dose S par une solution B d'hydroxyde de potassium (KOH) concentration $C_B = 4.10^{-2}$ mol.L^{-1}.Dans 20mL de cette dernière solution, on verse un volume V_s de la solution S et l'on relève la valeur du pH après chaque ajout. On obtient le tableau suivant :

V_A (mL)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5	9	10	11	12	13
pH	12,6	12,5	12,4	12,3	12,2	12,1	11,9	11,7	11,1	3,6	2,7	2,3	2,1	2,0	1,9

.a- Faire un schéma annoté du dispositif utilisé pour le montage.

.b- Construire la courbe pH = f (V_s).

c- Déterminer le volume d'acide à l'équivalence ainsi que la concentration de la solution d'acide. Conclure.

3) On remplace l'acide chlorhydrique initial par un même volume d'acide nitrique, de même concentration. La courbe précédente est-elle modifiée ? Justifier la réponse.

4) Parmi les trois indicateurs colorés ci-dessous, quels sont ceux qui pourraient servir à un dosage colorimétrique. Comment repérerait-on l'équivalence ?

Indicateur coloré	Zone de virage
hélianthine	(rouge) 3,1 - 4,4 (jaune)
bleu de bromothymol	(jaune) 6,0 - 7,6 (bleu)
thymolphtaléine	(incolore) 9,4 - 10,6 (bleu)

EXERCICE 7 :

Sur un flacon contenant un produit ménager liquide utilisé pour déboucher les éviers, on lit, entre autres les renseignements suivants : « 19% en masse de soude caustique; provoque de graves brulures; dissout toute matière; à conserver hors de portée des enfants… ».

1.1 On se propose de déterminer le pourcentage massique de soude de ce produit et de le comparer à la valeur indiquée par le fabriquant. La pesée d'un volume V_0 = 50mL de ce produit a donné m_0= 60g. La concentration en soude de ce produit étant trop élevée, on prépare V_1 = 1L de solution de concentration $C_1 = \frac{C_0}{50}$; C_0 étant la concentration en soude commerciale. Décrire avec précision le mode opératoire (volume à prélever ; verrerie à utiliser) pour réaliser cette opération.

1.2-On prélève V_b= 20mL de la solution diluée (de concentration C_1) que l'on place dans un bécher et on lui ajoute progressivement de l'acide chlorhydrique de concentration C_a =0,10mol.L^{-1}.

Un pH-mètre, préalablement étalonné, permet de suivre l'évolution du pH ; V_a est le volume total d'acide chlorhydrique ajouté. Les résultats obtenus permettent de dresser le tableau ci-dessous.

pH	13,2	13,15	13,10	13	12,9	12,85	12,8	12,7	12,6	12,4	12	11,9	11,6	7	3,2	2,7	2,4	2,1	1,9	1,7	1,6
V_a (mL)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	23	24	25	26	27	28	30	32	34

2.2.1-Faire un schéma annoté du dispositif utilisé dans se dosage

2.2.2 Tracer le graphe pH= f(V_a); Echelle 1cm pour 4mL et 1cm pour 2unités de pH.

2.2.3- Déterminer les coordonnées du point d'équivalence et en déduire la concentration C_1.

2.2.4-Calculer le pourcentage massique de soude du produit ménager. Y'a-t-il concordance avec l'indication du fabriquant ?

2.2.5- Le dosage pH-métrique a l'impression d'être long. On aurait pu aller plus vite en utilisant un indicateur coloré. Lequel aurait eu votre préférence ? Justifier.

Indicateurs	Valeurs du pH				
Hélianthine	rouge	3,1	orange	4,4	jaune
Bleu de bromothymol	jaune	6,0	vert	7,6	bleu
jaune d'alizarine	jaune	6,0	vert	7,6	bleu

2.2.6) Dire les avantages et les inconvénients de chacun des deux types de dosage.

SERIE C7 : ACIDE ET BASE FAIBLE-COUPLE ACIDE / BASE, CONSTANTE D'ACIDITE ET CLASSIFICATION DES COUPLES ACIDE/BASE

EXERCICE 1:

Une solution d'éthylamine $C_2H_5-NH_2$ de concentration $5{,}0.10^{-3}mol.L^{-1}$ a un pH égal à 11,2.

1) Montrer, avec le minimum de calcul, que l'éthylamine est une base faible.

2) Ecrire l'équation-bilan de sa réaction avec l'eau. Montrer que c'est une réaction acido-basique

EXERCICE 2 :

Une solution aqueuse d'acide benzoïque C_6H_5-COOH a un pH égal a 3,1. On dilue 10,0mL de cette solution à1L. Le pH de la nouvelle solution est égale à 4,1.

1) Cette expérience permet-elle de prévoir si l'acide benzoïque est un acide fort ou un acide faible en solution aqueuse ? Justifier la réponse.

2) Donner l'équation-bilan de la réaction de l'acide benzoïque dans l'eau.

EXERCICE 3 : Données : Les pK_a des couples acido-basique : $CH_3-NH_3^+$ / CH_3-NH_2 ; CH_3-COOH / CH_3-COO^- sont respectivement de 10,8 et 4,8 : Ion méthylammonium / méthylamine acide éthanoïque / ion éthanoate

On dispose de cinq béchers contenant chacun une solution aqueuse d'un des composés cités ci-dessous. Les solutions sont de même concentration molaire.

Numéro du bécher	1	2	3	4	5
Nom du composé	Acide nitrique	Chlorure de méthylammonium	Ethanoate de sodium	Hydroxyde de sodium	Acide éthanoïque

1) Ecrire les équations bilans des réactions de chacun de ces composés avec l'eau. En déduire quelles solutions sont acides et quelles solutions sont basiques.

2) Classer, par ordre de pH croissant, les cinq solutions. Justifier ce classement, sans calcul.

EXERCICE 4 : Donnée : pK_a (CH3COO$^-$/ CH_3COOH) = 4,8

On considère une solution d'acide éthanoïque de concentration $C_a = 10^{-2}mol.L^{-1}$.

1) Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau.

2) Montrer que le pH de cette solution peut se mettre sous la forme : $pH = \frac{1}{2}(pK_a - logC_a)$. Calculer sa valeur.

On admettra que la solution d'acide n'est ni trop diluée ni trop concentrée.

3) Calculer le coefficient d'ionisation α de l'acide éthanoïque dans cette solution.

EXERCICE 5 : Donnée : pK_a $(NH_4^+/NH_3) = 9{,}2$

On considère une solution d'ammoniac de concentration $C_b = 10^{-2}mol.L^{-1}$.

1) Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'ammoniac avec l'eau.

2) Montrer que le pH de cette solution peut se mettre sous la forme : $pH = 7 + \frac{1}{2}(pK_a + logC_b)$. Calculer sa valeur. On admettra que la solution d'ammoniac n'est ni trop diluée ni trop concentrée.

3) Calculer le coefficient d'ionisation β de l'ammoniac dans cette solution.

EXERCICE 6 :

Une solution aqueuse d'acide benzoïque de concentration $1{,}6.10^{-2}$ $mol.L^{-1}$ et une solution aqueuse d'acide éthanoïque à $5{,}6.10^{-2}$ $mol.L^{-1}$ ont le même pH, égal à 3,0.

1) Ecrire pour chaque acide l'équation-bilan de sa réaction de dissociation dans l'eau.
2) Dire qualitativement lequel de ces deux acides est le plus dissocié.
3) Calculer le coefficient de dissociation de chaque acide.

EXERCICE 7 :

Couples acide/base : Acide benzoïque/ion benzoate : $pK_a = 4{,}2$

Couples de l'eau : H_3O^+ /H_2O : pK_a= 0 ; H_2O/OH^- : $pK_a = 14$

1) On mesure le pH d'une solution S_1 d'acide benzoïque de concentration $C_a = 1{,}0.10^{-2}$ $mol.L^{-1}$. Le pH-mètre indique 3,1.

1. a- Pourquoi cette mesure permet-elle d'affirmer que l'acide benzoïque est un acide faible dans l'eau ? Justifier.
1. b- Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau. Donner l'expression de la constante d'acidité K_a du couple considéré.
2) On mesure ensuite le pH d'une solution S_2 de benzoate de sodium de concentration $C_b = 1{,}0.10^{-2}$ mol.L^{-1}. On trouve pH = 8, 1. Le benzoate de sodium (C_6H_5COONa) est un corps pur ionique dont les ions se dispersent totalement en solution.
2. a- Pourquoi la mesure du pH réalisée permet-elle d'affirmer que l'ion benzoate est une base faible dans l'eau ? Justifier.
2. b- Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'ion benzoate avec l'eau. Exprimer la constante de cette réaction et calculer sa valeur.
3) On ajoute à la solution S_1 quelques gouttes dune solution de soude. Le pH prend alors la valeur 5,2.
3. a- Indiquer, sans calcul, en utilisant une échelle de pH, quelle est l'espèce du couple qui prédomine dans la solution obtenue.
3. b- Noter, sur une échelle des pK_a les différents couples acide/base qui interviennent dans la solution S_1 et dans la solution de soude.
3. c- Ecrire l'équation-bilan de la réaction acide base qui se produit lors du mélange de la solution S_1 et de la solution de soude.
- Calculer la constante de cette réaction.
-Dire si la réaction peut être considérée ou non comme totale.
4) On réalise une solution S en mélangeant 20 cm^3 de solution S_1 et 20 cm^3 de solution S_2. A partir de la réaction se produisant lors du mélange, déduire, sans calcul, que la concentration l'acide benzoïque, dans la solution S, est égale à celle de sa base conjuguée. En déduire la valeur du pH de la solution S

Exercice 8 :

L'acide lactique, de formule $CH_3 – CHOH – COOH$ est souvent désigné comme le principal responsable des crampes musculaires des sportifs lors de leurs sprints. On le retrouve dans le lait, le vin....

Dans le lait, les bactéries présentes provoquent, au cours du temps, la transformation d'une partie du lactose en acide lactique.

Dans le vin l'acide lactique se forme lors de la fermentation malolactique au cours de laquelle s'opère la décarboxylation de l'acide malique $HOOC – CH_2 – CHOH – COOH$.

8.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de formation d'acide lactique dans le vin.

8.2. La présence d'acide lactique dans un lait est un indice de l'état de fraicheur de ce lait. Plus la concentration d'acide lactique est élevée, moins le lait est frais. Par convention, dans l'industrie agroalimentaire, l'acidité d'un lait s'exprime en degré Dornic (°D). Un lait bien conserve (lait frais) présente une acidité Dornic inferieure à 18° D, ce qui correspond a une concentration massique de 1,8 g.L^{-1} d'acide lactique dans le lait. Un laborantin du service d'hygiène se propose de déterminer l'état de fraicheur d'un lait retrouve sur le marche. Il dose 20,0 mL du lait, additionnes de 100 mL d'eau distillée, par une solution d'hydroxyde de potassium ($K^+ + HO^-$) de concentration molaire volumique C_b = 0,10 mol.L^{-1} en présence de phénolphtaléine. Le virage de l'indicateur est obtenu après addition d'un volume V_{bE} = 8,4 mL de base.

8.2.1 Faire le schéma annoté du dispositif de dosage.

8.2.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction support de dosage du lait. Montrer, par un calcul, que cette réaction est totale.

8.2.3 Définir l'équivalence acido-basique puis en déduire la concentration massique C_m en acide lactique du lait étudie. Conclure sur l'état de fraicheur du lait dose.

8.2.4 Etant donnée la transformation, au cours du temps, d'une partie du lactose en acide lactique, sur quel facteur cinétique peut-on agir et comment afin d'avoir un lait frais?

8.2.5 En fait le lait étudié a un pH initial égal à 4,9. Dresser un diagramme de prédominance puis dire quelle est la forme acide ou basique du couple acide lactique / ion lactate qui prédomine dans ce lait.

Données : M (C) = 12,0 g.mol^{-1} ; M(H) = 1,0 g .mol^{-1} ; M (O) = 16,0 g.mol^{-1}.
pKa (acide lactique/ion lactate) = 3,9 ; Ka (H_2O / HO^-) = 10^{-14} ; Ka (H_3O^+ / H_2O) = 1

SERIE C8 : REACTION ACIDE FAIBLE-BASE FORTE ET BASE FAIBLE –ACIDE FORT ; DOSAGE ; EFFET TAMPON.

Exercice 1 :

Soit une solution d'acide éthanoïque.

1) Etablir la relation qui lie α, C et K_a, où α représente le coefficient d'ionisation de l'acide éthanoïque dans la solution,Ka la constante d'acidité du couple acide acétique/ion éthanoate et C la concentration molaire volumique de la solution.

2) Montrer que pour un acide faible, α étant négligeable devant 1, le pH de la solution peut s'écrire : $pH= \frac{1}{2}(pK_a - \log C)$. Calculer pH pour $K_a=2.10^{-5}$ et $C=2.10^{-1}mol.L^{-1}$.

3) On mélange un volume V_1=3L de solution aqueuse d'acide éthanoïque de concentration $C=2.10^{-1}mol.L^{-1}$ avec V_2=2L d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $C_2=2.10^{-1}mol.L^{-1}$.

a) Montrer que la réaction qui a lieu est totale.

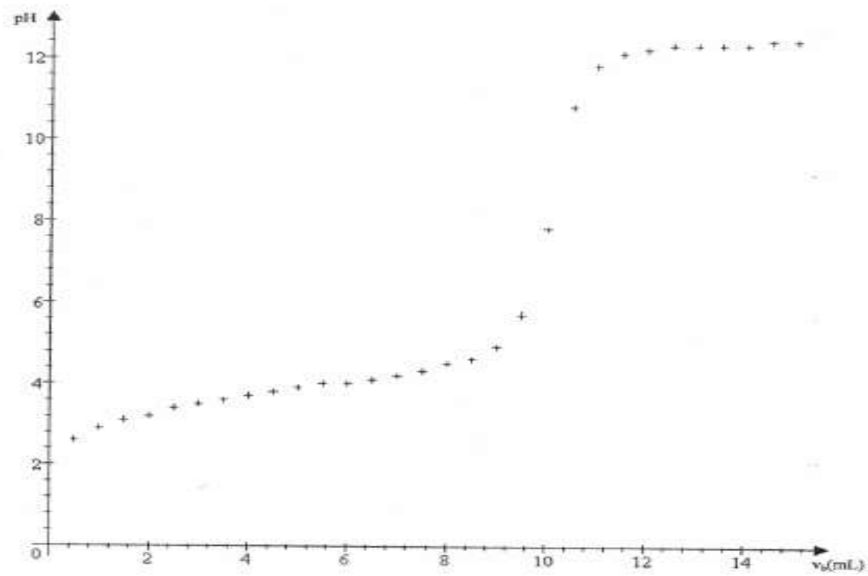
b) Calculer le pH de la solution obtenue.

Exercice 2 :

On dispose d'un flacon contenant une solution d'acide carboxylique $C_nH_{2n+1}COOH$ dont la densité est d = 1,195 et titrant en masse 77% d'acide pur. Avec une pipette on prélève un volume de 5 mL de cette solution que l'on étend à un litre avec de l'eau distillée dans une fiole jaugée de 1 litre. On prélève 20 mL de la solution ainsi diluée que l'on dose par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique C_b = 2,0. 10^{-1} $mol.L^{-1}$.

Dans le document joint sont donnés quelques points de la courbe pH = f(V_b) où V_b le volume de base versé. On considérera que pH = 2 pour V_b = 0

1. Compléter le tracé de la courbe et déduire de cette courbe la concentration molaire volumique Ca de la solution diluée ainsi dosée et le pKa du couple $C_nH_{2n+1}COOH$ / $C_nH_{2n+1}COO^-$
2. Calculer la masse molaire de l'acide carboxylique. En déduire sa formule semi – développée et son nom.
3. On désire préparer un volume V = 315 mL de solution tampon de pH = 4 en mélangeant un volume V_1 de la solution acide de concentration C_a et un volume V_2 de solution saline $C_nH_{2n+1}COONa$ de concentration molaire volumique $C'_b = 5,0.10^{-2}$ $mol.L^{-1}$.
   a) Qu'est-ce qu'une solution tampon ? Quelles sont ses propriétés ?
   b) Déterminer les valeurs de V_1 et V_2.



Exercice 3 :

On introduit 4,83g d'un monoacide carboxylique saturé dans de l'eau pour obtenir 1litre de solution. Dans un bécher contenant 30mL de cette solution on verse progressivement une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_b=10^{-1}$mol.L^{-1}. A chaque volume d'hydroxyde de sodium versé, on mesure le pH du mélange. On obtient alors le tableau ci-dessous :

V_b(mL)	0	5	10	15	20	24	28	30	32	34	36	40
pH	2,4	3,4	3,6	3,7	3,9	4,3	5,0	5,5	10,9	11,4	11,5	11,7

1) Tracer la courbe donnant les variations du pH en fonction du volume V_b de base versé.

Echelles : 1cm pour 5mL d'hydroxyde de sodium versé et 1cm pour 1 unité de pH.

2) Déduire graphiquement :
   a) Une valeur approchée de la concentration molaire volumique C_a de la solution aqueuse d'acide. En déduire la formule semi-développée et le nom de l'acide.
   b) Le pK_a du couple acide-base correspondant à l'acide carboxylique considéré.
3) Calculer les concentrations molaires des diverses espèces chimiques présentes dans le bécher lorsqu'on a ajouté un volume V_b=28mL de solution d'hydroxyde de sodium.
4) On désire réaliser une solution-tampon de pH=4 et de volume V=266mL à partir de l'acide considéré et de la solution de soude de concentration molaire volumique $C_b=10^{-1}$mol.L^{-1}.
   a) Rappeler les caractéristiques d'une solution-tampon.
   b) Proposer une méthode pour obtenir cette solution-tampon.

<u>Exercice 4</u> :

On dispose d'une solution d'acide méthanoïque de concentration molaire volumique C_a=0,100mol.L^{-1} et de pH=2,4.

1) Calculer les concentrations des espèces chimiques présentes en solution.

2) Cet acide est-il fort ou faible ? Justifier la réponse. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide avec l'eau.

3) Donner la définition selon Brönsted d'un acide.

4) Dans un bécher, on introduit un volume V_a=20mL de cette solution. On y ajoute un volume V_b d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration C_b=0,250mol.L^{-1}.

a) Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

b) Calculer le volume V_E d'hydroxyde de sodium qu'il faut verser pour obtenir l'équivalence acido – basique. Le pH de la solution est alors 8,3. Justifier, simplement, le caractère basique de la solution.

5) A la demi-équivalence le pH vaut 3,8. Montrer, en utilisant les approximations habituelles que cette valeur du pH est égale à celle du pK_a du couple $HCOOH/HCOO^-$.

6) Quand V_b devient très grand, largement supérieur à V_a, quelle est, alors, la valeur limite du pH de la solution ?

7) En tenant compte des points remarquables rencontrés précédemment, tracer l'allure de la courbe de variation du pH en fonction du volume d'hydroxyde de sodium versé dans le bécher.

EXERCICE 5 :

Un composé organique B a pour formule brute C_2H_7N.

1 - Donner les formules semi-développées possibles, les noms et classes de ces isomères.

2 - Une solution aqueuse (S) du composé B de concentration molaire volumique Cb = 6,93. 10-2 mol.L-1 a un Ph égal à 11,8 à 25° C.

2.1 - Le composé B est-il une base faible ou une base forte ? Pourquoi ?

2.2 - Déterminer théoriquement la valeur du pKa du couple acide-base relatif au composé B.

3 - Pour vérifier la valeur de ce pKa on procède au dosage d'un volume Vb = 30 mL de (S). Ce dosage est réalisé avec une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique Ca = 0, 10 mol.L^{-1} La courbe de variation du pH du milieu réactionnel est représentée sur une feuille de papier millimétré ci-jointe.

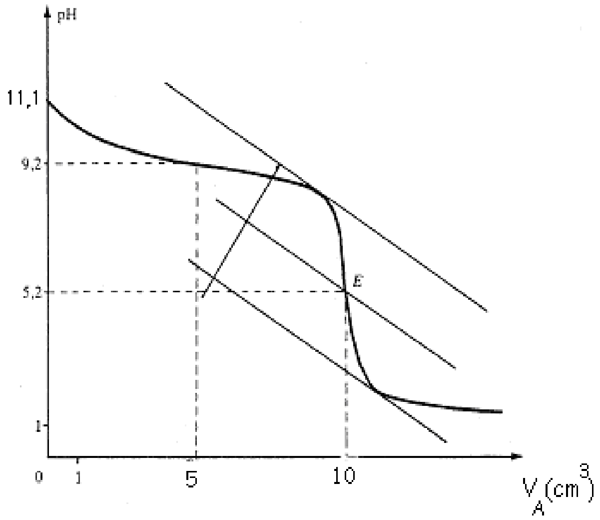
3.1 - Déterminer graphiquement le point d'équivalence et en déduire ses coordonnées.

3.2 - En quoi la courbe pH = f(V.) confirme-t-elle la force de la base B, explicitée à la question 2.1 ?

3.3 - Déterminer graphiquement la valeur du pKa du couple acide-base relatif au composé B et la comparer à celle déterminée théoriquement à la question 2.2.

4 - Lors du dosage de la solution (S), on peut repérer le point d'équivalence en utilisant un indicateur coloré. Parmi les indicateurs colorés suivants, quel est le plus approprié pour repérer le point d'équivalence ? (Justification à l'appui).

Indicateur	Hélianthine	B.B.T	Phénolphtaléine
Zone de virage	3,1-4,4	6,0-7,6	8,2-10,0



EXERCICE 6 :

Données : Masses molaires en g.mol-1 : M(H) = 1 M(C) = 12 M(N) = 14.

On prépare une solution aqueuse d'une monoamine saturée B en versant une masse m = 5,9 g de cette amine dans de l'eau pure afin d'obtenir un volume V = 2 litres de solution.

On dose ensuite un volume V_B = 20 mL de cette solution (B) à l'aide d'une solution (A) d'acide sulfurique (diacide fort) de concentration C_A = 5. 10-2 mol.L^{-1}

Le pH-mètre permet de suivre l'évolution du pH du mélange au cours de ce dosage.

1-) 1.1 - Donner l'allure de la courbe pH = f(V_A) avec VA le volume de la solution (A) versé.

1.2 - Cette courbe présente deux points remarquables :

- le point D de coordonnées V_D = 5 mL et pH_D = 9,8
- le point équivalent E de coordonnées : V_E = 10 mL ; pH_E = 6,0.

a) Définir l'équivalence acido-basique. Déterminer la concentration molaire volumique C_B de la solution (B).

b) Déterminer alors la formule brute de l'amine B.

1.3 - On note BH^+ l'acide conjugué de l'amine B. En justifiant brièvement, donner la valeur du pKA de ce couple acide/base. Expliquer la valeur du pH à l'équivalence (PH_E).

1.4 – On donne le tableau suivant :

Amine	NH3	(CH3)2NH	(CH3)3N	(C2H5)2NH	(C2H5)3N	CH3CH2 CH2NH2
pKA	9,2	10,8	9,8	11,1	10,6	10,6

En déduire la formule semi-développée de l'amine B et son nom.

2.2 - On revient au dosage de la question 1. Calculer les concentrations molaires volumiques des différentes espèces chimiques présentes dans la solution lorsqu'on se trouve au point D(V_D = 5 mL).

Quelles sont les propriétés caractéristiques de cette solution ?

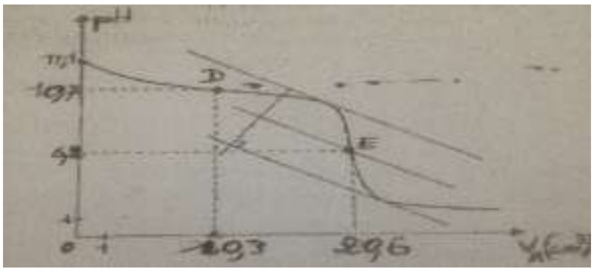
2.3 - On donne la zone de virage du bleu de bromothymol (BBT) :

0 Jaune 6,2 verte 7,6 Bleue 14

pH

zone de virage

Le bleu de bromothymol aurait-il pu être utilisé lors du dosage pour repérer l'équivalence ? Justifier la réponse.



EXERCICE 7 :

On dissout une certaine masse d'un acide carboxylique noté AH dans de l'eau distillée pour obtenir une solution S_A de volume VA= 50,0 mL que l'on dose à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium à 4,17 10^{-2} mol.L^{-1}.Un pH-mètre permet de suivre l'évolution du pH du mélange en fonction du volume V de la solution d'hydroxyde de sodium versé dans la solution SA. On obtient la courbe (figure ci-dessous). La température est supposée constante et égale à 25°C.

1 Déterminer les coordonnées du point d'équivalence

2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction du dosage.

3 Déterminer la concentration molaire volumique de la solution SA.

4 Pour déterminer le pK_A du couple AH/A- deux élèves utilisent des méthodes différentes.

4.1 L'un des élèves étudie la composition de la solution obtenue à la demi-équivalence.

Il en déduit une relation simple entre le pH et le pK_A et détermine alors le pK_A par méthode graphique.

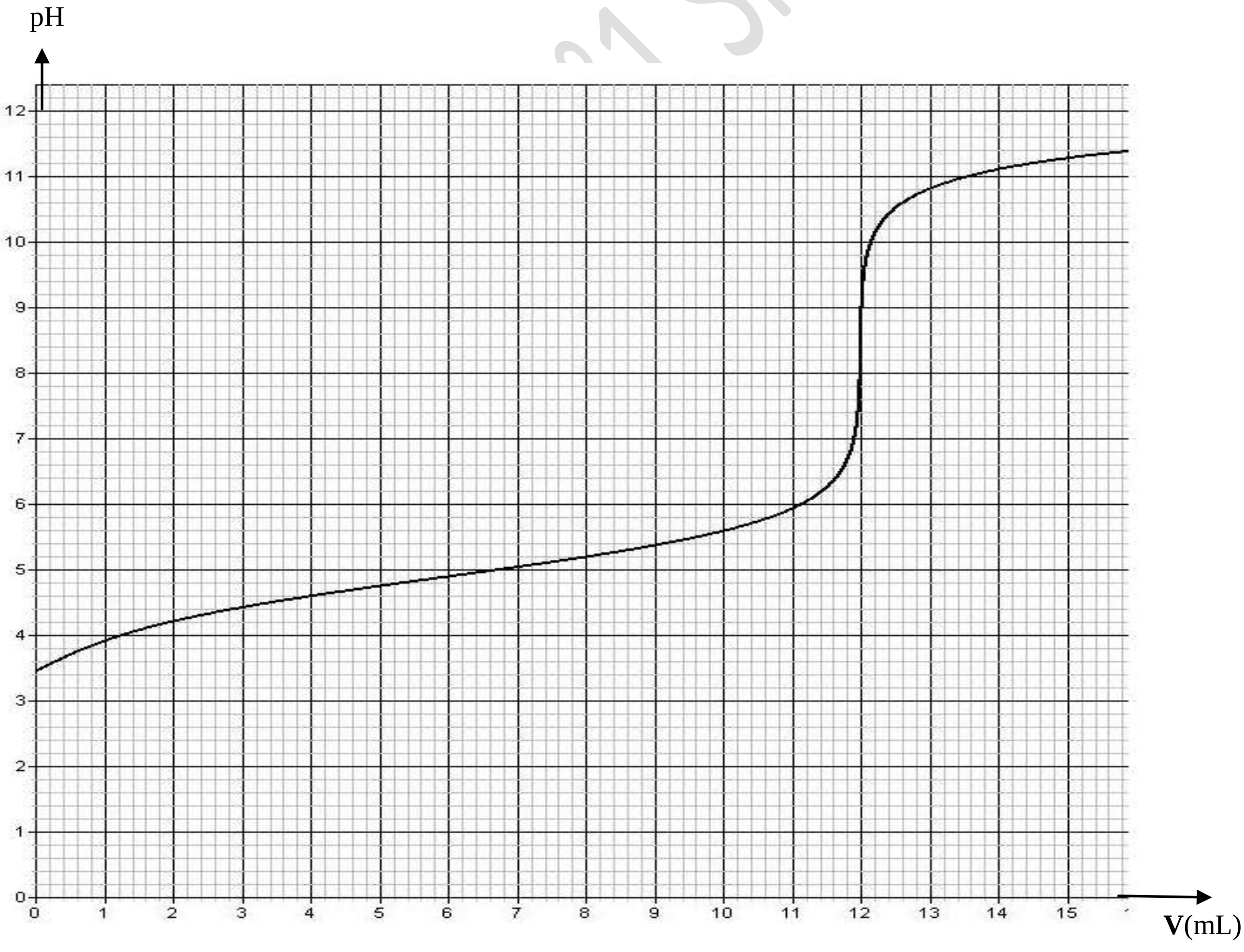
a) Etablir la relation entre le pK_A et le pH de la solution à la demi-équivalence.

b) Retrouver la valeur du pK_A trouvée par cet élève.

4.2 L'autre élève considère la solution obtenue à l'équivalence. Il explique le caractère basique de cette solution en considérant la réaction entre l'ion carboxylate et l'eau. Il montre alors, en négligeant la concentration de l'acide formé par ladite réaction devant celle de l'ion carboxylate, que la constante d'acidité peut s'exprimer par : K = $\frac{[H_3O^+]^2.C_AV_A}{K_e(V_A+V_{BE})}$, relation où V_{BE} représente le volume de la solution d'hydroxyde de sodium à l'équivalence et Ke le produit ionique de l'eau.

a) Ecrire l'équation de la réaction entre l'ion carboxylate et l'eau.

b) Retrouver l'expression de la constante d'acidité établie par l'élève. En déduire la valeur du pK_A que cet élève a pu trouver. Comparer avec la valeur trouvée en 4.1.b. Commenter pH

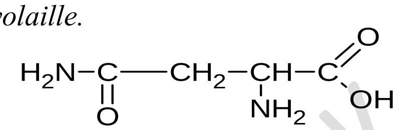


SERIE C9 : ACIDES - α - AMINES

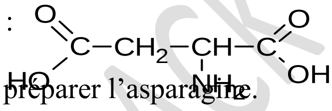
EXERCICE 1 :

L'asparagine est un composé organique exigé par le système nerveux pour maintenir l'équilibre. Ce composé augmente la résistance à la fatigue, intensifiant de ce fait la vigueur des athlètes. Les symptômes d'insuffisance de l'asparagine peuvent mener à la confusion, aux maux de tête, à la dépression, à l'irritabilité ou, dans des cas extrêmes, à la psychose. C'est un composé que le corps peut fabriquer dans le foie. On le trouve aussi dans les produits laitiers, l'oeuf, la viande (porc) et la volaille.

La molécule d'asparagine a pour formule :



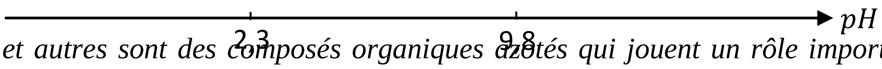
1.1. Cette molécule est-elle chirale? Justifier la réponse.
1.2. Quelles fonctions chimiques possède l'asparagine?
1.3. L'asparagine peut-être synthétisée à partir de l'acide aspartique de formule :



Préciser le composé (formule et nom) qu'il faut faire réagir avec cet acide pour préparer l'asparagine.
Ecrire les équations des réactions mises en jeu dans cette préparation.
1.4 La décarboxylation de l'acide aspartique donne, entre autres, une molécule d'acide α-aminé chirale A.
1.4.1. Ecrire l'équation de la réaction de décarboxylation et nommer la molécule A.
1.4.2. Donner les représentations spatiales des deux énantiomères de A ainsi que leurs représentations de Fisher.

EXERCICE 2 :

Les acides α-aminés jouent un rôle important dans la vie, en particulier en biochimie. Ce sont les éléments constitutifs des protéines.
2.1 L'acide α-aminé A, de formule semi-développée CH_3-$CH(CH_3)$- $CH(NH_2)$-CO_2H fait partie des vingt principaux acides α-aminés des organismes vivants.
2.1.1 Donner, dans la nomenclature officielle, le nom de l'acide α-aminé A.
2.1.2 Donner la représentation de Fischer des deux énantiomères de cet acide α-aminé.
2.2 On réalise la réaction de condensation d'un acide α-aminé B de formule semi-développée R-$CH(NH_2)$-CO_2H sur l'acide α-aminé A (R est un radical alkyl ou un atome d'hydrogène).
On ne tiendra pas compte, dans cette question, de l'isomérie optique et on ne considérera que les réactions possibles entre A et B.
2.2.1. Combien de dipeptides peut-on alors obtenir ? Ecrire les équations des réactions mises en jeu.
2.2.2. Encadrer la liaison peptidique pour chaque dipeptide obtenu.
2.2.3. Sachant que chaque dipeptide a une masse molaire M = 174 $g.mol^{-1}$, déterminer la formule semi-développée et le nom de l'acide α-aminé B.
2.3 L'acide α-aminé B ressemble beaucoup, quand il est pur, à un corps à structure ionique. Il se présente en effet sous la forme d'un ion bipolaire (amphion ou zwitterion).
2.3.1. Ecrire la formule semi développée de cet ion bipolaire.
2.3.2. Justifier son caractère amphotère.
2.3.3. En déduire les couples acide/base qui lui sont associes.
2.3.4. Les pKa de ces couples acide/base ont pour valeur pKa_1 = 2,3 et pKa_2 = 9,6.
a) Associer à chaque couple acide/base un pKa.
b) Compléter le diagramme ci-dessous en y indiquant les espèces acido-basiques majoritaires de l'acide α-aminé B pour chaque domaine de pH.



EXERCICE 3 :

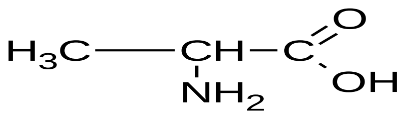
Amines, amides, acides aminés et autres sont des composés organiques azotés qui jouent un rôle important dans le fonctionnement des organismes vivants, de l'être humain en particulier, en intervenant dans un grand nombre de réactions biochimiques. Les acides α-aminés, en particulier, constituent les matières de base des polypeptides et des protéines qui peuvent intervenir dans les systèmes de régulation et jouer le rôle d'enzymes (catalyseurs biologiques).
3.1 Ecrire la formule générale d'une amine primaire et celle d'un acide α-aminé.
3.2 Un acide α-aminé A donne, par décarboxylation, une amine primaire B de masse molaire 31 $g.mol^{-1}$. Donner la formule semi-développée et le nom de l'amine primaire B. En déduire la formule semi-développée et le nom de l'acide α-aminé A.
3.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'amine B avec l'eau. Préciser le couple acide/base auquel appartient B.

3.4 On considère une solution aqueuse de l'amine B de concentration initiale C. En supposant que la valeur de C est telle $[OH^-] << C$, démontrer que le pH de cette solution est donné par la relation : $pH = 7 + \frac{1}{2}(pka + \log C)$

En déduire la valeur du pH d'une solution à 10^{-1} mol. L^{-1} de l'amine. Le pKa du couple acide/base auquel appartient B vaut : pKa = 10,7

3.5 On désire synthétiser un dipeptide D à partir de l'acide α-aminé A et de l'alanine. Le groupe amine de l'alanine est bloqué lors de cette synthèse. Ecrire l'équation-bilan de la synthèse du dipeptide D en mettant en évidence la liaison peptidique.

On donne la formule de l'alanine.



Exercice 4:

Les protéines entrent dans la constitution des organismes vivants et participent à leur fonctionnement en intervenant dans un grand nombre de réactions biochimiques. Ce sont des macromolécules constituées par association d'acides aminés par liaison peptidique. On se propose d'identifier un dipeptide noté D, résultant de la réaction entre deux acides aminés A et B.

4. Des méthodes d'analyse quantitative ont permis de déterminer les pourcentages massiques de carbone, d'hydrogène et d'azote du composé A ; soient : % C = 40,45 ; % H = 7,87 ; % N = 15,72

4.1. Le composé A ne contenant qu'un atome d'azote par molécule, vérifier que sa formule brute s'écrit: $C_3H_7NO_2$

4.2. Le composé A est précisément un acide α -aminé. Ecrire sa formule semi-développée et donner son nom dans la nomenclature officielle.

4.3. Par réaction de A avec un autre acide α-aminé B de formule, $H_2N– CH(C_4H_9) – CO_2H$, on obtient le dipeptide D.

4.3.1. Ecrire la formule semi-développée de B sachant que sa molécule contient deux atomes de carbone asymétriques et donner son nom dans la nomenclature officielle.

4.3.2. Ecrire, à l'aide de formules développées, l'équation-bilan traduisant la synthèse du dipeptide D sachant que A est l'acide α-aminé N–terminal. Entourer la liaison peptidique.

4.4. On effectue une décarboxylation de A, par chauffage. Le composé organique azoté E obtenu est dissout dans de l'eau pour donner une solution (S).

4.4.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de décarboxylation de A. Nommer le produit E.

4.4.2. La concentration molaire de (S) est C = 0,15 mol.L^{-1} et son pH = 12. Déterminer le pKa du couple acide-base correspondant à E.

Exercice 5:

Les protéines participent au fonctionnement des organismes vivants, de l'être humain en particulier, en intervenant dans un grand nombre de réactions biochimiques d'importance capitale. Ce sont des macromolécules de natures diverses ; et pourtant elles ne sont constituées qu'à partir d'une vingtaine de maillons élémentaires : les acides α - aminés. Le nombre et l'ordre dans lesquels ces maillons sont liés caractérisent ces protéines.

5. Dans ce qui suit, on considère les acides α - aminés de formule brute $C_6H_{13}O_2N$. L'un de ces acides α - aminés, l'acide 2-amino-3-méthylpentanoïque, usuellement appelé isoleucine, possède deux carbones asymétriques.

5.1. Ecrire la formule semi-développée de l'isoleucine et marquer d'une croix chaque carbone asymétrique.

5.2. Ecrire les formules semi-développées et donner les noms de trois acides α - aminés isomères de l'isoleucine.

5.3. En solution aqueuse, l'isoleucine donne un ion dipolaire appelé zwittérion qui coexiste avec un cation et un anion en des proportions différentes selon le pH de la solution. Ecrire les équations des deux réactions du zwittérion sur l'eau. Attribuer aux couples acide-base du zwittérion les valeurs de pK_A : $pK_1 = 2,2$ et $pK_2 = 9,6$. Quelle est l'espèce prépondérante dans le duodénum où le pH est voisin de 7,4 ?

5.4. On réalise une réaction de condensation entre l'isoleucine et la glycine de formule $H_2N – CH_2 – CO_2H$.

5.4.1. Montrer que cette réaction de condensation conduit à deux dipeptides isomères P_1 et P_2. Donner leur formule semi-développée en mettant en évidence la liaison peptidique.

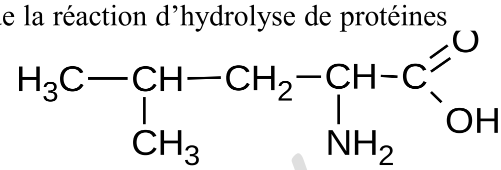
5.4.2. On désire synthétiser un des dipeptides P_1 ou P_2. Décrire le principe de la synthèse.

N.B: Le **duodénum** est le segment initial de l'intestin grêle.

EXERCICE 6 :

Les protéines sont les macromolécules communément appelées polypeptides qu'on peut obtenir par des réactions de condensation des acides α-animés. Elles jouent un rôle fondamental en biologie en assurant des fonctions diverses. Certaines d'entre elles ont une fonction hormonale, d'autres une fonction enzymatique c'est-à dire catalytique dans l'évolution de certaines synthèses biologiques. Dans ce qui suit, on étudie un exemple de réaction de condensation d'acides α-aminés et la cinétique de la réaction d'hydrolyse de protéines catalysée par des enzymes.

6.1 La leucine est un acide α-aminé de formule semi-développée :



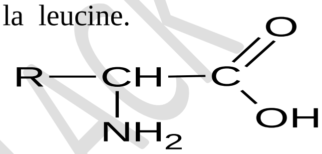
6.1.1 Donner, en nomenclature systématique, le nom de la leucine.

6.1.2 Cette molécule de la leucine est-elle chirale ? (Justifier la réponse).

6.1.3 Donner les représentations de Fischer des deux énantiomères de la leucine.

6.1.4 Ecrire la formule semi-développée de l'amphion correspondant à la molécule de la leucine.

6.2 On fait réagir la leucine avec un acide α-aminé A de formule :



Où R est un radical alkyle ou un atome d'hydrogène

Dans cette réaction la leucine est N-terminale (son groupement amine est bloqué).

On obtient un dipeptide P dont la masse molaire est égale à 188 $g.moL^{-1}$.

6.2.1 Ecrire, à l'aide des formules semi-développées ci-dessus, l'équation-bilan de la réaction de condensation qui se produit.

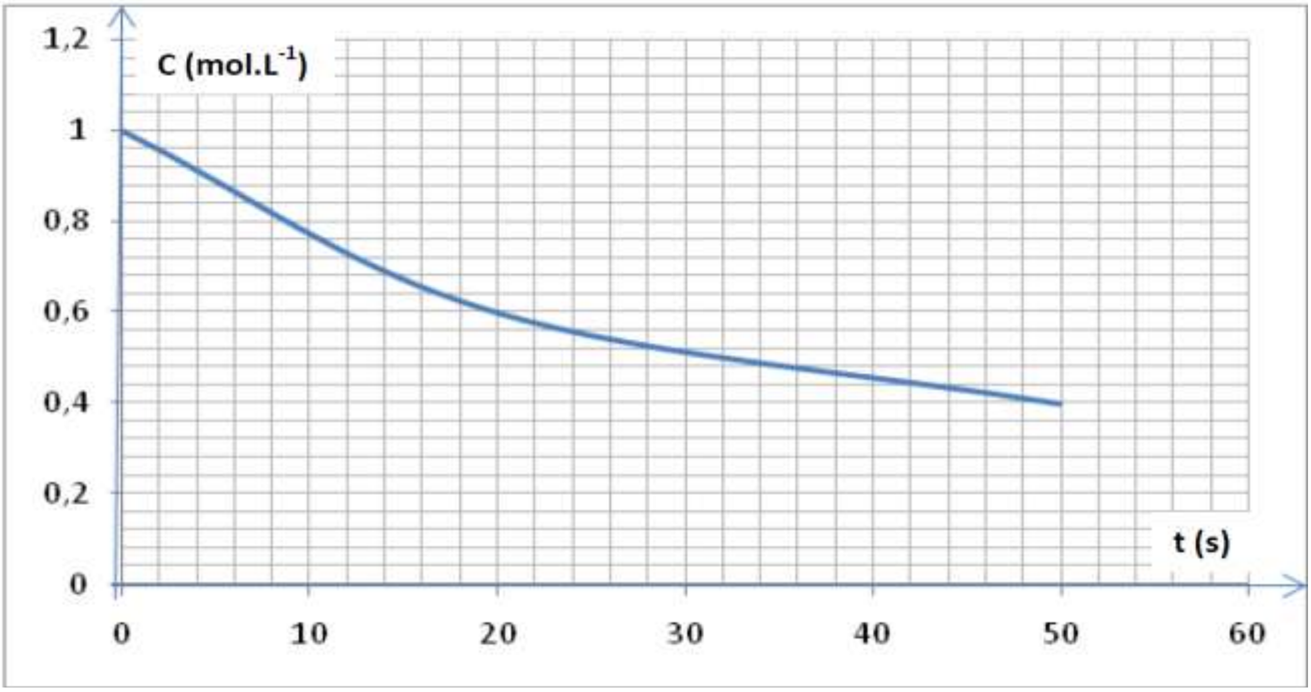
6.2.2 Déterminer R puis la formule semi-développée et le nom, en nomenclature officielle, de l'acide α −aminé A.

6.3 La réaction inverse de la réaction de condensation est appelée hydrolyse. Dans les organismes vivants, les polypeptides des protéines provenant de l'alimentation sont hydrolysés en présence de catalyseurs : les enzymes. On suit la concentration molaire C d'une protéine dont l'hydrolyse commence à la date t = 0. La courbe ci-jointe représente les variations de la concentration C en fonction du temps t .

6.3.1 A quel instant la vitesse instantanée de disparition de la protéine est-elle maximale ?

6.3.2 Déterminer graphiquement la vitesse instantanée aux dates $t_o = 0$ et $t_1 = 20$ s.

6.3.3 Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction $t_{½}$.



REVISIONS GENERALES

THEME C 1 : CHIMIE ORGANIQUE-CINETIQUE CHIMIQUE

CHAPITRES	
NUMERO	**TITRE**
C1	Alcools
C2	Amines
C3	Acides carboxyliques et dérivés
C4	Cinétique chimique
C9	Acides-α-aminés (éléments de stéréochimie)

EXERCICE 1 : M(C) = 12g/mol M(O) = 16g/mol M(H) = 1g/mol

L'hydratation de 17,5g d'un alcène A donne 17,6g d'un composé organique B avec un rendement de 80%.
1-a-Préciser la famille chimique du composé B.
1-b-Ecrire l'équation bilan de la réaction.
1-c-Montrer que la formule brute de l'alcène est C_5H_{10}.
2-a-Sachant que l'hydratation de A conduit à deux alcools dont les quantités recueillies sont égales, déterminer la formule semi-développée de A et nommer le.
2-b-Nommer les deux isomères de l'alcool B.
3-a-On fait réagir 8,8g de l'un des isomères de B avec une solution demi-molaire de dichromate de potassium. Ecrire l'équation-bilan de la réaction puis nommer le produit organique formé.
3-b-Déterminer le volume de dichromate de potassium à utiliser pour faire disparaitre entièrement l'isomère utilisé.

EXERCICE 2 :

On dissout 7,5 g d'une amine aliphatique A dans de l'eau pure de façon à obtenir un litre de solution. On dose un volume V_1 = 40 mL de cette solution par de l'acide chlorhydrique de concentration C_2 = 0,2 $mol.L^{-1}$. Le virage de l'indicateur coloré se produit quand on à versé un volume V_2 = 20,5 mL d'acide.
1. Déterminer la concentration molaire C_1 de la solution d'amine. En déduire la masse molaire de l'amine A et sa formule brute.
2. Quelles sont les formules semi-développées possibles de A ? Les nommer.
3. On sait par ailleurs que la molécule de l'amine A est chirale. Ecrire sa formule semi- développée.

EXERCICE 3 :

On dissout m = 3,74 g d'un acide carboxylique A à chaîne carbonée linéaire saturée dans de l'eau pure. La solution obtenue a un volume V = 1 litre. On prélève un volume V_A = 10 cm^3 que l'on dose à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration C_B = 5.10^{-2} $mol.L^{-1}$. L'équivalence est atteinte quand on à versé un volume V_B = 8,5 cm^3 de la solution d'hydroxyde de sodium.

1.1. Calculer la concentration C_A de la solution d'acide.
1.2. En déduire la formule brute de l'acide A, sa formule semi-développée et son nom.
1.3. L'acide A est l'acide butanoïque. On fait réagir A sur le penta chlorure de phosphore, on obtient un compose C. Donner la formule semi développée et le nom du composé C. Donner une autre méthode de préparation du compose C.
1.4. On fait réagir sur A le déca oxyde de tétra phosphore, on obtient un compose D. Donner la formule semi développée et le nom du composé D. Le compose D peut il préparer à pâtir de A et C. Si oui écrire l'équation bilan de la réaction
1.5. Le compose A peut être obtenue par l'oxydation du butan-1-ol par un excès d'une solution de permanganate de potassium acidifiée.
5.1 Comment appelle-t- on cette oxydation
5.2 Citer les deux couples d'oxydoréductions intervenant dans cette réaction et écrire les demi-équations électroniques
5.3 Ecrire l'équation bilan de la réaction
1.6. On fait réagir sur A le butan-1-ol, on obtient un compose E
6.1 . Donner la formule semi développée et le nom du composé E.
6.2 Donner le nom de la réaction et préciser les caractéristiques de la réaction
1.7. On réalise la saponification de 13 g de E par un excès de soude, on obtient un produit S avec un rendement de 90%.

7.1 Ecrire l’équation bilan de la réaction de saponification de A.
7.2 Calculer la masse du produit S obtenue
7.3 Quelles sont les caractéristiques de cette réaction ?

EXERCICE 4 :

On considère un composé organique A de formule $C_xH_yO_2$. Les pourcentages massiques de carbone, d’hydrogèneet d’oxygène de ce composé sont : %C=73,2 ; %H=7,3 et O%=19,5.

1.Déterminer la formule brute de A.

2. On fait l’hydrolyse du composé A et on obtient deux composés organiques B et C.

La déshydratation du composé C donne un alcène D à n atomes de carbone. La densité par rapport à l’air de D est d=1,448.

2.1. Quelles sont les fonctions chimiques de A et C ?

2.2. En déduire la formule brute de C.

1.3. L’oxydation ménagée du composé C en milieu acide par une solution de dichromate de potassium en excès donne un composé qui ne réagit ni avec la DNPH, ni avec la liqueur de Féhling.

3.1. Quelle est la fonction chimique de D ?

3.2. En déduire les formules semi-développées des composés A, B et C ; sachant que le composé A renferme un noyau aromatique.

4. On fait réagir B sur un chlorurant puissant, le penta chlorure de phosphore PCl_5.

4.1. Écrire l’équation-bilan de la réaction qui se produit.

1.4.2 Donner la formule semi-développée et le nom du composé organique D obtenu.

5. La déshydratation de 60 g de B en présence d’un agent puissant P_4O_{10} donne un composé E.

5.1. Écrire l’équation-bilan de la réaction de déshydratation.

1.5.2. Déterminer la masse du composé E formé sachant que le rendement de la réaction est de 80%.

EXERCICE 5 :

On réalise, en présence d’un catalyseur, la réaction de décomposition du peroxyde d’hydrogène $\mathbf{H_2O_2}$ (eau oxygénée) en eau et gaz dioxygène.

L’expérience est réalisée à température constante. On considérera que le volume v de la solution de peroxyde d’hydrogène reste constant et que le volume molaire gazeux est $V_m = 24,0$ L.mol^{-1}.

On utilise v = 10,0 mL de solution de peroxyde d’hydrogène de concentration c = $6,0.10^{-2}$ mol.L^{-1}. On ajoute quelques gouttes du catalyseur et on note à divers instants t le volume V_{O2} du gaz dioxygène dégagé. Les résultats sont indiqués dans le tableau suivant :

t (min)	0	5	10	15	20	30
V_{O2} formé (mL)	0	1,56	2,74	3,65	4,42	5,26
$[H_2O_2]$ restant (mol.L^{-1})	6.10^{-2}					

2.1. Ecrire l’équation-bilan de la réaction de décomposition du peroxyde d’hydrogène.

2.2. Montrer que la concentration (exprimée en mol.L^{-1}) du peroxyde d’hydrogène restant est donnée par :

$\mathbf{[H_2O_2]_{restant} = c - \dfrac{2V_{O2}}{v.V_m}}$. Recopier et compléter le tableau.

2.3. Tracer la courbe $[H_2O_2]_{restant} = f(t)$. **Echelles : 1cm → 2min ; 1cm → 0,4.10^{-2}mol.L^{-1}.**

2.4. Donner la définition de la vitesse moyenne de disparition entre les dates t_5 et t_{10} .Calculer cette vitesse entre t_{10} =10mn et t_{20}=20 mn en mol.L^{-1} .s^{-1}

2.5. Donner la définition de la vitesse instantanée de disparition du peroxyde d’hydrogène. Calculer cette vitesse (exprimée en mol.L^{-1}.min^{-1}) aux dates t_0 = 0min et t_{25} = 25min.

2.6. Déduire la vitesse instantanée de formation du d’oxygène à la date t_{25} = 25min.

2.7. Déduire de la courbe la date à laquelle le volume de gaz dioxygène est égal à 2,40 mL.

2.8. Trace sur le même graphique, l’allure de la courbe obtenue lorsque l’expérience est réalisée à une température légèrement supérieure.

EXERCICE 6 :

Données en $g.mol^{-1}$: M(H) = 1 ; M(C) = 12 ; M(O) = 16.

On considère un monoacide carboxylique A et un monoalcool B, tous deux à chaine carbonée saturées non cycliques possédant respectivement n et n+2 atomes de carbone.

1. Donner les formules générales brutes de ces deux composés organiques. En déduire leurs pourcentages en masse respectifs d'oxygène P_A et P_B en fonction de n.

2. Le rapport de ces pourcentages en oxygène est tel que $\frac{P_A}{P_B} = \frac{37}{15}$. Déterminer les formules brutes de A et B.

3. L'alcool B est primaire et chaine linéaire. Donner les formules semi-développées et les noms de A et de B.

4. Les corps A et B sont liquides. On mélange une masse m_A = 30g de A à une masse m_B = 37g de B. Ce mélange refroidi est réparti dans dix tubes qui sont scellés et ensuite placées dans une étuve à 100°C.

A différentes dates on dose l'acide restant dans les tubes après les avoir refroidis et cassés. Les dosages sont réalisés à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $c_b = 4\ mol.L^{-1}$.

Soit v_b le volume de solution basique utilisé lors d'un dosage ; les résultats des dosages sont regroupés dans le tableau suivant :

t(min)	2	5	8	12	16	20	25	30	40	50
V_b(en m^3)	10	7,8	6,5	5,6	5,1	4,8	4,6	4,5	4,3	4,3
n_A(A restant en mol)										

4.1 Donner le nom et les caractéristiques de la réaction entre l'acide A et l'alcool B.

4.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction. Le mélange initial est-t-il stœchiométriques ?

4.3 Compléter le tableau en calculant le nombre de moles n_A d'acide A restant.

4.4 Tracer la courbe représentant le nombre de moles d'acide n_A restant en fonction du temps.

Echelles : **Abscisse** : 1 cm pour 4 min ; **ordonnée** : 1 cm pour 5.10^{-3}mol.

4.5 Calculer la vitesse de disparition de A à l'instant t = 8 min.

4.6 Au bout de 50 min, la composition du mélange n'évolue plus ; l'équilibre chimique est atteint.

Calculer le pourcentage d'acide estérifié.

EXERCICE 7 : DIABETIQUE ET BOISSON≪ *LIGHT* ≫. (04 points)

L'aspartame a été découvert en 1965 par Dr James Schlatter. Il étudiait les acides aminés lorsque, par hasard, en portant son doigt à sa bouche, il a senti un goût sucré et agréable. L'aspartame est édulcorant (additif alimentaire servant à parfumer ou donner du goût sucré aux aliments) utilisé par les diabétiques ou les personnes désirant suivre un régime. Son pouvoir sucrant est égal à 180. La saveur sucrée est forte ***(le pouvoir sucrant de référence est celui du saccharose, qui est égal à 1)*** *et dépourvue d'arrière-goût désagréable. Lorsque l'aspartame atteint l'estomac il peut subir une hydrolyse qui conduit à la formation de phénylamine, d'acide aspartique et méthanol.*

1. Recopier la formule de l'aspartame puis entourer et nommer les groupes fonctionnels présents dans cette molécule.

2. La phénylalanine possède un atome de carbone asymétrique.

Rappeler ce qu'on appelle carbone asymétrique. Recopier la formule de la phénylalanine et indiquer par un astérisque l'atome de carbone asymétrique. Dessiner, en projection de Fichier, la configuration D de la phénylalanine.

3. L'acide aspartique est un acide-α-aminé. Dans certaines conditions, il peut réagir avec l'alanine pour former un dipeptide Asp-Ala que l'on retrouve dans l'hémoglobine. Les abréviations Asp et Ala sont utilisées respctivement pour l'acide aspartique et pour l'alanine.

3.1 Sur la molécule d'acide aspartique que l'on recopiera, identifier le (ou les) atomes(s) de carbone asymétrique (s) par un astérisque. Dessiner l'acide L-aspartique en représentation de Fischer.

3.2 Ecrire la formule semi-développée du dipeptides Asp-Ala et y entourer la liaison peptidique.

3.3 Ecrire les formules semi-développées des autres dipeptides susceptibles d'être obtenus.

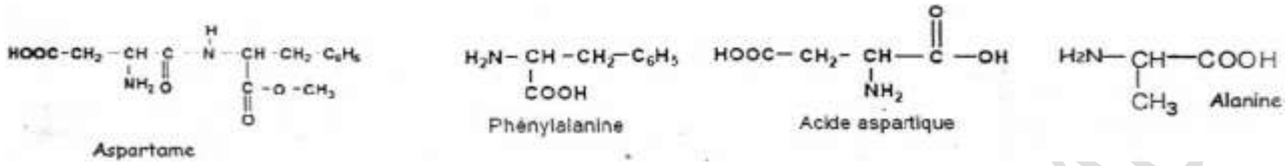
4. Le méthanol obtenu lors de l'hydrolyse de l'aspartame est un alcool très toxique. L'étiquette d'une boisson ≪ *light* ≫ indique la teneur de cette boisson en aspartame : 0,5 g.L^{-1}.

4.1 Calculer la masse maximale de méthanol susceptible d'être libérée par un litre de cette boisson sachant qu'une mole d'aspartame donne une mole de méthanol.

4.2 Quel volume maximal de boisson ≪ *light* ≫ peut consommer, en un jour, un diabetique de masse 63kg sachant que la dose journalière acceptable est de 4,35 mg de méthanol par kilogramme de corporelle ?

<u>On donne :</u> - Masses molaires en g.mol^{-1} : pour l'aspartame 294 et pour le méthanol 32.

- Les formules semi-développées de l'aspartame et d'autres composés évoqués dans l'énoncé.



EXERCICE 8 :

1. Le pH d'une solution d'éthylamine de concentration C= 0,10mol.L^{-1} est d'environ 12 alors que celui d'une solution de soude de même concentration molaire est 13.

1.1 Ecrire l'équation-bilan de la réaction traduisant l'action de l'eau sur l'éthylamine.
Montrer qu'il s'agit d'une réaction acido-basique.

1.2 Expliquer la différence de pH entre les deux solutions.

2. On considère une monoamine primaire à chaine carbonée saturée non cyclique.

2.1 Exprimer la formule brute d'une telle amine comportant n atomes de carbone. Exprimer en fonction de n le pourcentage en masse d'azote qu'elle contient.

2.2 Une masse de 27g d'une telle amine contient 5,22g d'azote. Quelle est sa formule brute ? Ecrire les formules semi-développées des isomères possibles des amines primaires et donner leur nom.

EXERCICE 9 :

L'hydratation d'une masse m = 4g d'un alcène A a donné une masse m' = 4,85g d'un alcool B.

1. Monter que la formule brute de B est $C_6H_{14}O$.

2. Sachant que la chaine principale de B comporte 4 atomes de carbone. Donner les FSD, noms et classes de ses isomères.

3. Pour déterminer la formule exacte de B on procède à son oxydation avec le dichromate de potassium en milieu acide. On obtient un composé B' qui réagit avec la DNPH et rosit avec le réactif de Schiff.

3.1 Quelle est la fonction chimique B'. En déduire la classe de B.

3.2 Quelles sont les formules de B qu'on peut retenir ?

3.3 Sachant que le carbone lié au carbone fonctionnel porte un seul atome d'hydrogène, déterminer la FSD de B. En déduire les FSD de B' et A.

3.4 Ecrire l'équation bilan de la réaction d'oxydoréduction de B par les ions dichromates.

4. On fait réagir une masse m_B=10,2g du corps B avec 0,1 mol d'acide méthanoïque. On obtient une masse m_E=8,576g.

4.1 Ecrire l'équation bilan de la réaction. Quelles sont ses caractéristiques ? Nommer le produit organique obtenu.

4.2 Calculer le pourcentage d'alcool estérifié. Ce résultat est-il conforme à la déduction faite à la question 3,1 ?

4.3 Indiquer un moyen permettant d'atteindre rapidement cette valeur. On rappelle que pour un mélange équimolaire d'alcool et d'acide carboxylique, le rendement dépend de la nature de l'alcool suivant le tableau ci-dessous :

Pour un alcool primaire R'-CH_2-OH	≈ 67 %
Pour un alcool secondaire R'-CH_2-O-R''	≈ 60 %
Pour un alcool tertiaire	≈ 5 %

EXERCICE 10 :

1. Au laboratoire, on veut s'assurer du contenu de 3 flacons repérés par les lettres a, b et c. On sait que chaque flacon contient un seul alcool parmi : le butan-1-ol, le méthylpropan-2-ol et le butan-2-ol.

On ajoute au contenu de chaque flacon quelques gouttes d'une solution de dichromate de potassium acidifiée. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-après :

N° du flacon	(a)	(b)	(c)

Résultat de l'action de l'ion dichromate en milieu acide et à froid	Solution orange	Solution verte	Solution verte

1.1 Ecrire la formule semi-développée de chacun des alcools ci-dessous. Préciser leur classe.

1.2 Peut-on déterminer la nature de l'alcool contenu dans le flacon (a) avec les résultats du test réalisé avec le dichromate ce potassium ?

1.3 Afin de poursuivre l'identification du contenu des flacons, on chauffe légèrement les solutions vertes obtenues après réaction des alcools contenus dans les flacons (b) et (c). On fait arriver les vapeurs des substances organiques qui se dégagent dans une solution de réactif de Fehling à l'ébullition ; le produit organique D venant du flacon (c) donne un précipité rouge brique alors que celui venant du flacon (b) ne provoque pas de réaction.

Attribuer chaque alcool au flacon qui le contient.

2. Par oxydation ménagée, avec comme oxydant le permanganate de potassium, le composé D se transforme en un produit E. Ecrire l'équation-bilan de la réaction et nommer E.

3. Donner la formule semi-développée et le nom du composé obtenu par décarboxylation de E.

4. La synthèse du composé organique suivant : $CH_3 - OOC - (CH_2)_2 - CH_3$ peut être réalisée à partir de E et d'un alcool A. Identifier l'alcool A.

5. Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre les composés E et A en précisant ses caractéristiques.

6. Deux molécules de E en présence d'un déshydratant puissant tel que le P_4O_{10} peuvent donner un composé F. Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

7. Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre les composés F et A en précisant ses caractéristiques.

8. On fait réagir le composé E avec le propane-1, 2, 3-triol afin d'obtenir un lipide (triester). Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

9. Le lipide obtenu est soumis à l'action d'un excès de soude à chaud :

9.1 Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

9.2 Comment nomme-t-on ce type de réaction ?

9.3 Quelles sont ses caractéristiques ?

EXERCICE 11 :

1-L'alanine est un acide α-aminé dont la composition centésimale massique est la suivante : C : 40,45% ; H : 7,87% ; O : 35,96%. La molécule d'alanine comporte un seul atome d'azote.

1.1-Déterminer la formule semi-développée de l'alanine et donner le nom systématique. La molécule d'alanine est-t-elle chirale ?

1.2 Donner la représentation de Fischer des deux énantiomères de l'alanine. Préciser quel est l'isomère **L** et quel est l'isomère **D**.

1.3-Ecrire la formule de l'ion mixte dipolaire présent dans une solution aqueuse d'alanine. Donner le terme général désignant cet ion.

1.4-Donner les deux couples acide-base correspondant à cet ion mixte en solution aqueuse puis attribuer à chacun d'eux le pK_A lui correspondant : $pK_{A1} = 2,3$; $pK_{A2} = 9,9$

Quelle est l'espèce chimique relative à l'acide α-aminé à pH = 2 ; pH =6 ; pH = 11 ?

2- On forme un dipeptide par condensation d'une molécule d'un acide α-aminé et d'une molécule d'alanine. Le dipeptide obtenu est tel que l'alanine est l'acide aminé N-terminal.

2.1-Ecrire l'équation de cette réaction de condensation en mettant en évidence les fonctions activées ou bloquées.

2.2-Déterminer la formule semi-développée complète et le nom systématique de l'acide α-aminé $R-CH(NH_2)-COOH$ sachant que le pourcentage en masse d'azote dans le dipeptide est de 16,09 %.

THEME C 2 : CHIMIE MINERALE

CHAPITRES	
NUMERO	**TITRE**
C5	Autoprotolyse de l'eau - pH d'une solution aqueuse- Indicateurs colorés
C6	Acide fort- Base forte- Réaction entre acide fort et base forte ; Dosage.
C7	Acides et bases faibles. Couples acide-base. Constante d'acidité et classification des couples A/B
C8	Réaction acide faible/base forte (et vice versa), effet tampon. Dosage.

EXERCICE 1 : les parties I, II et III sont indépendantes.

PARTIE I : pH du sang

La température normale du corps humain est de 37°C. A cette température, le produit ionique de l'eau est de Ke = $1,9.10^{-14}$.

1.1 Déterminer le pH d'une solution neutre à cette température.

1.2 Le sang est à un pH de 7,39 ; est-il acide ou basique ?

1.3 Déterminer les concentrations des ions hydronium (H_3O^+) et hydroxyde (OH^-) dans les deux cas suivants :

1.3.1 Le pH du ″***bol alimentaire***″ dans l'estomac peut atteindre une valeur de 1,2.

1.3.2 La dégradation des protéines dans l'intestin se produit à un pH voisin de 8,5.

PARTIE II : Eau minérale naturelle″ Kirène″.

L'étiquette de la bouteille d'eau minérale naturelle ″***Kirène***″ donne la composition de ce breuvage dont les propriétés curatives sont dues à la présence de certains ions en solution. Le tableau suivant indique les valeurs approchées des concentrations des espèces majoritaires.

Espèce	Ca^{2+}	Cl^-	Na^+	K^+	Mg^{2+}	SO_4^{2-}	HCO_3^-
c($mg.L^{-1}$)	54	115	70	15	19		260
C($10^{-3}mol.L^{-1}$)	1,35	3,24	3,05	0,38	0,78	0,10	

1.4 Compléter ce tableau en calculant la molarité de la solution en ion hydrogénocarbonate (HCO_3^-) et la concentration massique de la solution en ion sulfate (SO_4^{2-}).

1.5 Vérifier la neutralité électrique de la solution en négligeant les quantités d'ions apportées par l'autoprotolyse de l'eau.

1.6 Calculer le pH de l'eau minérale de ″***Kirène***″ sachant que l'équation d'électroneutralité tenant compte de tout les ions présents dans la solution conduit à la relation : $[H_3O^+] + 7,6999.10^{-3} = [OH^-] + 7,7000.10^{-3}$, dans laquelle les concentrations sont exprimées mole par litre.

PARTIE III : pH et indicateurs colorés

1.7 Une solution aqueuse B est étudiée à l'aide de trois indicateurs colorés. On obtient les résultats suivants :

Indicateur coloré	Coloration dans le milieu			Solution B
	Couleur acide	Zone de virage	Couleur basique	
Thymol bleu	jaune	8,0 – 9,6	bleu	jaune
Bleu de bromothymol (BBT)	jaune	6,0 – 7,6	bleu	Bleu
Bleu de bromophénol (BBP)	jaune	3,0 – 4,6	violet	violet

1.7.1 Quelle sont les limites que l'on peut attribuer au pH de cette solution ?

1.7.2 En déduire son caractère du point de vue acido-basique.

EXERCICE 2 :

Sur un flacon contenant un produit ménager liquide utilisé pour déboucher les éviers, on lit, entre autres les renseignements suivants : « 19% en masse de soude caustique ; densité 1,2 ; provoque de graves brulures; dissout toute matière; à conserver hors de portée des enfants… ».

2.1- On se propose de déterminer le pourcentage massique de soude de ce produit et de le comparer à la valeur indiquée par le fabriquant.

La concentration en soude de ce produit étant trop élevée, on prépare V_1 = 1L de solution de concentration $C_1 = \frac{C_0}{50}$; C_0 étant la concentration en soude commerciale.

2.1.1 Démontrer que $\boxed{C_0 = \frac{p.d.\rho_{eau}}{100.M}}$ où p est le pourcentage massique et d la densité de soude. En déduire C_0 et C_1.

2.1.2 Décrire avec précision le mode opératoire (volume à prélever ; verrerie à utiliser) pour réaliser cette opération

2.2- On prélève V_b= 20mL de la solution diluée (de concentration C_1) que l'on place dans un bécher et on lui ajoute progressivement de l'acide chlorhydrique de concentration C_a = 0,10mol.L^{-1}.

Un pH-mètre, préalablement étalonné, permet de suivre l'évolution du pH ; V_a est le volume total d'acide chlorhydrique ajouté. Les résultats obtenus permettent de dresser le tableau ci-dessous.

pH	13,2	13,15	13,10	13	12,9	12,85	12,8	12,7	12,6	12,4	12	11,9	11,6	7	3,2	2,7	2,4	2,1	1,9	1,7	1,6
V_a (mL)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	23	24	25	26	27	28	30	32	34

2.2.1- Faire un schéma annoté du dispositif utilisé dans se dosage.

2.2.2- Tracer le graphe pH= f(V_a) ; **Echelle :** 1cm pour 4mL et 1cm pour 2unités de pH.

2.2.3- Déterminer les coordonnées du point d'équivalence E, en expliquant clairement la méthode utilisée et en déduire la concentration C_1.

2.2.4- Calculer le pourcentage massique de soude du produit ménager. Y'a-t-il concordance avec l'indication du fabriquant ?

2.2.5- Le dosage pH-métrique a l'impression d'être long. On aurait pu aller plus vite en utilisant un indicateur coloré. Lequel aurait eu votre préférence ? Justifier.

Indicateurs	Valeurs du pH				
Hélianthine	rouge	3,1	orange	4,4	jaune
Bleu de bromothymol	jaune	6,0	vert	7,6	bleu
jaune d'alizarine	jaune	6,0	vert	7,6	bleu

2.2.6- Dire les avantages et les inconvénients de chacun des deux types de dosage.

EXERCICE 3 :

Données : pKa (H_2O/HO^-) = 14 ; pKa (H_3O^+/H_2O) = 0 ; Masse molaire de l'acide lactique 90 g.mol^{-1}.

Partie A : **Acide lactique dans le lait**

Sous l'action de ferments lactiques, le lactose du lait se transforme progressivement en acide lactique : $CH_3 – CHOH – COOH$.

Dans l'industrie alimentaire, l'acidité du lait s'exprime en degré Dornic, noté °D. Un degré Dornic correspond à l'acidité qu'apporterait la présence de 0,1 g d'acide lactique dans un litre de lait. Un lait frais a une acidité comprise entre 15 et 18°D.

1. Ecrire la formule semi-développée de cet acide, puis encadrer et nommer les groupes fonctionnels présents dans la molécule.
2. La molécule est-elle chirale ? Justifier la réponse.
3. Donner la définition d'un acide selon Bronstëd. Ecrire la réaction de l'acide lactique avec l'eau.
4. Moins le lait est frais, plus il contient d'acide lactique. On se propose de doser l'acide lactique présent dans un lait qui n'a subit aucun traitement, par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (soude) de concentration C_b = 0,05 mol/L. On verse un volume V_a = 20 mL de lait frais dans un bécher et on suit l'évolution du pH lors d'une addition progressive de solution de soude.

V_b (mL)	0	2	4	6	8	10	11	11,5	12	12,5	13	14	16
pH	2,5	3,2	3,6	3,9	4,2	4,6	4,9	6,3	8	10,7	11	11,3	11,5

5.1. Faire le schéma du dispositif expérimental permettant de réaliser ce dosage.

5.2. Tracer sur une feuille de papier millimétré le graphe de la variation du pH en fonction du volume de soude ajouté. ***Echelle suivante : 1 cm pour 2 mL et 1 cm pour une unité de pH.***

5.3. En déduire les coordonnées du point d'équivalence, la valeur du *pKa* de l'acide lactique.

5.4. Ecrire l'équation bilan de la réaction qui se produit lors du mélange de la solution d'acide lactique et de la soude.

5.5. Calculer la constante *Kr* de cette réaction. Cette réaction peut-elle être considérée comme totale ? Justifier.

5.6. Calculer la masse d'acide lactique dans un litre de lait.

5.7. Le lait étudié peut-il être considéré comme frais ?

EXERCICE 4 : Toutes les mesures de pH sont faites à 25°C.

On dispose de trois flacons contenant les solutions aqueuses A, B et C, toutes différentes. Les trois solutions ont la même concentration molaire volumique. On a oublié de les étiqueter. Dans le but de rétablir les étiquettes, on procède aux tests suivants avec des indicateurs colorés.

Les résultats de ces tests sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Indicateur coloré	Couleur de la forme acide	Zone de virage	Couleur de la forme basique	**A**	**B**	**C**
Hélianthine	rouge	**3,1 – 4,4** (orange)	Jaune	orange	jaune	rouge
Jaune d'alizarine	jaune	**10,1 – 12,1** (violet)	mauve (orange-rouge)	jaune	violet	jaune
Bleu de bromophénol	jaune	**3 – 4,8** (vert)	Bleu	vert	bleu	jaune
Phénolphtaléine	incolore	**8,2 – 10** (rose)	rouge violacé	incolore	rouge violacé	incolore

1.1 Quelle sont les limites que l'on peut attribuer au pH de chacun des solutions A, B et C ? En déduire leur caractère du point de vue acido-basique.

1.2 Classer les solutions A, B et C par ordre d'acidité croissante. Justifier la réponse.

1.3 Le pKa du couple possédant l'acide le plus fort est de 2,9. La mesure de son pH donne 2,5.

Montrer que la concentration molaire volumique de la solution vaut 10^{-2} $mol.L^{-1}$ environ.

1.4 Le pH de la solution la plus basique que l'on note D est 11,3.

1.4.1 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de la base D avec l'eau.

1.4.2 Calculer les concentrations molaires volumiques des espèces chimiques présentes dans la solution basique et en déduire le pKa du couple DH^+/D.

1.5 On mesure le pH de la solution de l'autre acide (on le notera AH). Le pH-mètre indique la valeur 3,4.

1.5.1 Pourquoi cette mesure permet-elle d'affirmer que l'acide AH est un acide faible dans l'eau.

1.5.2 Calculer les concentrations molaires volumiques des espèces chimiques présentes en solution acide et vérifier que le pKa du couple AH/A^- est 4,8.

1.6 En utilisant le tableau suivant, identifier chacune des solutions A, B et C en écrivant leur formule semi-développée et leur nom.

Constante d'acidité (Ka)	**Couple acide – base**
$1,3.10^{-3}$	Acide monochloroéthanoïque/ion monochloroéthanoate
$1,6.10^{-4}$	Acide méthanoïque/ion méthanoate
$6,3.10^{-10}$	Ion ammonium/ammoniac
$2,0.10^{-11}$	Ion diméthylammonium/diméthylamine

EXERCICE 5 :

L'acide éthanoïque est un réactif très utilisé dans les laboratoires et dans la fabrication de plastiques tels le polytéréphtalate d'éthylène ou l'acétate de cellulose, utile à la production d'anhydride éthanoïque, de chlorure d'éthanoyle ,de vinaigre, de peintures et de solvants …

On mesure le pH d'une série de cinq mélanges, préparés à partir d'un volume V_a d'une solution *A* d'acide éthanoïque de concentration molaire $\mathbf{C_a = 1{,}0.10^{-1}\ mol.L^{-1}}$ et d'un volume V_b d'une solution *B* d'éthanoate de sodium de concentration molaire $\mathbf{C_b = 1{,}0.10^{-1}\ mol.L^{-1}}$.
Dans les conditions expérimentales choisies, on considère que la réaction est très peu avancée et donc que les quantités initiales $n_i(CH_3COOH)$ et $n_i(CH_3COO^-)$ des espèces apportées sont celles à l'équilibre après mélange.
Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Mélange	**n°1**	**n°2**	**n°3**	**n°4**	**n°5**
V_a (mL)	10	10	10	20	30
V_b (mL)	10	20	30	10	10
$V_a + V_b$ (mL)	20	30	40	30	40
$\log\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$	0,00	0,30	0,48		– 0,48
pH mesuré	4,65	4,95	5,12	4,35	4,18

1-1. Donner l'équation bilan de la réaction de préparation du chlorure d'éthanoyle à partir de l'acide éthanoïque et du pentachlorure de phosphore(PCl_5).
1-2. Ecrire la réaction de dissociation de l'acide éthanoïque avec l'eau.
1.2.1. Montrer que $pH = pKa + \log\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$.
1.2.2. En déduire que $pH = pKa + \log\frac{\alpha}{1-\alpha}$. (*Avec α le coefficient d'ionisation de l'acide éthanoïque*).
1.2.3. Dans le cas du mélange n°2, déterminer la valeur du pKa du couple étudié.
1.2.4. En déduire la nature de la solution du mélange n°1.
1-3. Déterminer dans le cas du mélange n°4, la valeur des grandeurs suivantes :
$[CH_3COOH]_i$, $[CH_3COO^-]_i$, le rapport des concentrations à l'équilibre $\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$.
1-4. En déduire la valeur manquante dans le tableau.
1-5. Tracer le graphe donnant l'évolution du pH en fonction de $\log\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$.
Echelles : *En abscisses* : 1cm ↔ 0,2 unité du log ; *En ordonnées* : 1 cm ↔ 1 unité de pH.
1.5.1. Ce graphe est-il compatible avec la relation $pH = pKa + \log\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$?
1.5.2. En déduire à partir du graphe, la valeur du pKa du couple CH_3COOH/CH_3COO^-.
1.5.3. Ce résultat est-il en accord avec la valeur trouvée à la question **1.2.3.** ?

EXERCICE 6 :

On réalise le dosage d'une solution de diéthylamine $(C_2H_5)_2NH$ à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration C_a = 0,1 mol/L. On prélève un volume V_b = 20mL de la solution basique de concentration C_b que l'on place dans un bécher. On mesure le pH en fonction du volume V_a de la solution acide ajoutée ; on obtient le tableau de valeurs ci-dessous.

V_a(mL)	**0**	**1**	**3**	**5**	**7**	**9**	**11**	**13**	**15**	**16**	**16,5**
pH	**11,9**	**11,6**	**11,4**	**11,2**	**11**	**10,9**	**10,7**	**10,4**	**10,1**	**9,7**	**9,4**

17	**17,2**	**17,5**	**18**	**18,5**	**19**	**20**	**22**	**25**
8,8	**7,5**	**3,6**	**2,8**	**2,6**	**2,4**	**2,2**	**2**	**1,8**

1.1- Ecrire l'équation bilan de la réaction acido-basique qui se produit entre les deux solutions.

1.2- Tracer la courbe pH = f(V_a) représentant la variation du pH en fonction du volume V_a d'acide versé.

Echelle : abscisses : 1cm pour 2mL ; ordonnées : 1cm pour une unité de pH.

1.3- En déduire de la courbe :

a- La concentration Cb de la solution aqueuse de diéthylamine.

b- Le pKa du couple acide/base.

c- Expliquer pourquoi le pH au point équivalent est-il différent de celui obtenu lors du dosage d'une solution d'hydroxyde de sodium par une solution d'acide chlorhydrique.

d- Déterminer la constante de réaction K_r et conclure.

On donne : pKa (H_3O^+/H_2O) =0 et pKa (H_2O/OH^-) =14.

1.3.1- Sachant que le pKa du couple NH_4^+ / NH_3 est de 9,3 ; classer les deux bases par basicité croissante et Indiquer l'influence de la substitution sur la force d'une base.

1.3.2- Pour repérer la fin du dosage, on veut utiliser un indicateur coloré. L'espèce acide de cet indicateur est noté HIn et l'espèce basique In^- ; le couple acide base (HIn/In^-) de cet indicateur est caractérisé par pK_1= 6. Une goutte de cet indicateur peut être ajoutée dans les solutions incolores de pH différents. On appelle X la couleur imposée par les molécules de HIn et Y la couleur imposée par In^-.

a- Quelles sont les valeurs du pH délimitant la zone de virage de l'indicateur coloré en admettant que la teinte de cet indicateur est nettement X ou Y si l'une des espèces HIn ou In^- est en concentration **dix fois** supérieure à l'autre.

b- Placer son domaine de virage sur la courbe du dosage et déterminer graphiquement le volume V_1 de V_a qui correspond à la fin du virage de l'indicateur.

c- Peut- on utiliser cet indicateur pour déterminer le point d'équivalence acido-basique dans ce dosage ? Justifier la réponse.

THEME P 1 : MECANIQUE CLASSIQUE

CHAPITRES	
NUMERO	**TITRE**
CINEMATIQUE - DYNAMIQUE	
P1	Cinématique du point.
P2	Bases de la dynamique
P3	Applications des bases de la dynamique.
P4	Gravitation universelle

<u>Exercice 1 :</u>

DONNEES :

La terre et la Lune sont considérées comme des corps sphériques homogènes ; $G = 6{,}67.10^{-11}$ S.I ; Masse de la terre : $M_T = 6.10^{24}$kg ; Rayon de la terre : $R_T = 6400$km ; Masse de la Lune : $M_L = 7{,}34.10^{22}$kg ; Rayon de la Lune : $R_L = 1740$km

Distance terre-Lune : $D = 384.10^3$km.

<u>1.</u> A partir de la loi de l'attraction universelle, établir l'expression de l'intensité du champ de gravitation lunaire $\overrightarrow{G}$ en fonction de G, M_L, R_L et h.

<u>2.</u> Calculer l'intensité du champ de gravitation créé par la Lune à sa surface.

<u>3.</u> Calculer la force de gravitation qu'exerce la Lune sur la terre.

<u>4.</u> Quel point du segment joignant les centres de la Lune et de la terre la force de gravitation est-elle nulle ?

<u>5.</u> Un satellite supposé ponctuel de masse $m = 10^3$kg décrit une orbite circulaire d'altitude h = 800 km.

<u>5.1</u>. Montrer que le mouvement du satellite est circulaire uniforme

<u>5.2</u>. Calculer sa vitesse, sa période de révolution et son énergie cinétique.

<u>5.3</u>. Démontrer que son énergie potentielle de gravitation vaut : $E_P = -\dfrac{GmM_T}{R_T + h}$ en prenant $E_P = 0$ à l'infini.

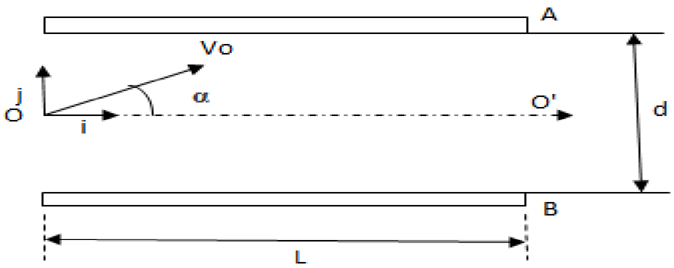
<u>5.4</u>. Calculer l'énergie mécanique du système.

<u>6</u>. Exprimer la vitesse de libération d'un objet à la surface de la terre en fonction de M_T, R_T et G. Calculer sa valeur numérique.

<u>7.</u> Qu'est-ce qu'un satellite géostationnaire ? Calculer son altitude.

<u>Exercice 2 :</u>

Entre les plaques d'un condensateur (figure) espacées de d, pénètre en O, à égale distance des plaques une particule de masse m et de charge q .La vitesse initiale $\overrightarrow{V_0}$, dans le plan $(0,\vec{\imath},\vec{\jmath})$,fait un angle α avec le vecteur unitaire $\vec{\imath}$



1. La tension $U = V_A - V_B$ est positive .Représenter le vecteur champ électrique$\vec{E}$.

2. On néglige le poids de la particule devant la force électrostatique .Représenter le vecteur accélération de la particule en un point de la trajectoire dans chacun des cas $q > 0$ et $q < 0$

3. Les équations horaires de la trajectoire sont définies par la relation vectorielle :

$$\overrightarrow{OM} = t \times \overrightarrow{V_0} + \frac{qt^2}{2m} \times \vec{E}$$

3.1. Par projection de la relation vectorielle dans le repère, établir les équations horaires $x(t), y(t)$ et $z(t)$

3.2. Exprimer l'équation cartésienne de la trajectoire en fonction de q, E et α

3.3. Représenter approximativement la trajectoire de la particule pour $q > 0$ et $q < 0$

3.4. On suppose $q > 0$:

Quelle doit être la longueur L des plaques et la distance minimale d pour que la particule ressorte en O'

On donne : $\alpha = 60°$ **et** $V_0 = 10^7 m/s$ **et E=10^4 V/m q=+2e ; e= 1,6 .10^{-19}C**

Exercice 3 :

On étudie le mouvement d'un solide S de masse m assimilable à un point matériel qui glisse sur une piste ABC. La piste est composée de deux parties :

- La partie AB de longueur l est incliné d'un angle α par rapport au plan horizontal
- La partie BC est un arc de cercle de rayon r et de centre O

Les deux parties sont raccordées tangentiellement au point B. les frottements sont négligés.

Données : g= 9,8m.s^{-1} , α= 45^{O} , l=3m, m= 250g, r=1,5m

1-Etude du mouvement de S sur AB

Le solide S abandonné sans vitesse initiale au point A arrive en B

1-1- Faire l'inventaire des forces extérieures appliquées au solide S

1-2- Déterminer la valeur de l'accélération $\vec{a}$ du solide S

1-3- Exprimer la vitesse V_B du solide en B en fonction de α, l et g

1-4- Calculer V_B.

2-Etude du mouvement de S sur BC: Dans la suite de l'exercice, on prendra V_B= 5,3m.s^{-1}

2-1- Déterminer la vitesse V_F de S au point F

2-2- Montrer que la vitesse du solide en C est la même qu'en B

2-3- Exprimer l'intensité R de la réaction de la piste sur le solide S au point B en fonction de m, g, r, α et V_B en utilisant le théorème du centre d'inertie. Calculer R.

3-Etude du mouvement de S sur CD : Le solide S quitte la piste et retombe sur le sol en un point D

3-1-Déterminer dans le repère (Cx, Cy) :

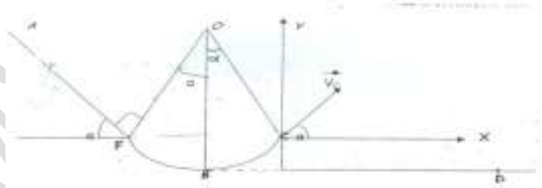
3-1-1 les équations horaires du mouvement du solide S

3-1-2 l'équation cartésienne de la trajectoire en fonction de g, α et V_C. Faire l'application numérique

3-2- Déterminer :

3-2-1- les coordonnées du point D

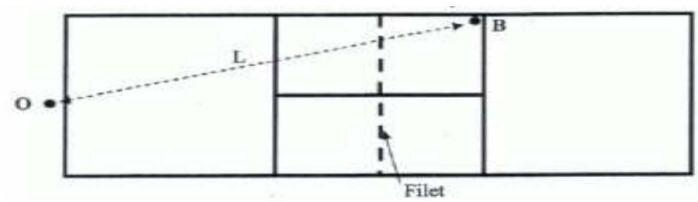
3-2-2- le temps mis par S pour atteindre le point D



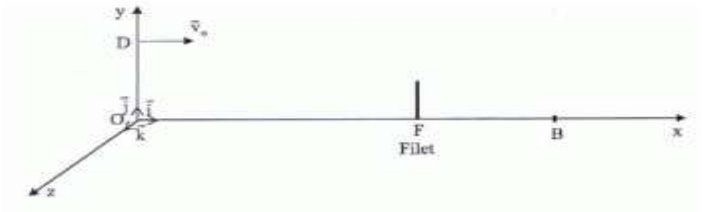
Exercice 4 :

Un terrain de tennis est un rectangle de longueur 23,8 m et de largeur 8,23 m. Il est séparé en deux dans le sens de la largeur par un filet dont la hauteur est 0,920 m. Lorsqu'un joueur effectue un service, il doit envoyer la balle dans une zone comprise entre le filet et une ligne située à 6,40 m du filet.

On étudie un service du joueur placé au point O.



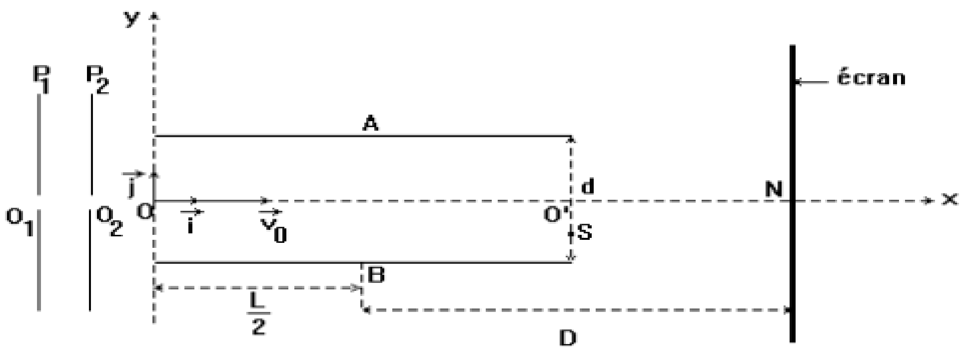
Ce joueur souhaite que la balle frappe le sol en B tel que OB = L = 18,7 m. Pour cela, il lance la balle verticalement et la frappe avec sa raquette en un point D situé sur la verticale de O à la hauteur H = 2,20 m. La balle part alors de D avec une vitesse de valeur v_0 = 126 km.h^{-1} , horizontale comme le montre le schéma ci-dessous. La balle de masse m = 58,0 g sera considérée comme ponctuelle et on considérera que l'action de l'air est négligeable. L'étude du mouvement sera faite dans le référentiel terrestre, galiléen, dans lequel on choisit un repère (Oxyz) comme l'indique le schéma ci-dessous :



1. Etablir les équations horaires paramétriques du mouvement de la balle. Déterminer l'équation littérale de la trajectoire de la balle dans le plan xOy.
2. Sachant que la distance OF = ℓ = 12,2 m, la balle supposée ponctuelle passe-t-elle au-dessus du filet ? On prendra g = 9,81 $m.s^{-2}$.
3. Montrer que le service sera considéré comme mauvais, c'est-à-dire que la balle frappera le sol en un point B' tel que OB' soit supérieur à OB.
4. En réalité, la balle tombe en B. Quel est le paramètre, non pris en compte dans ce problème, qui peut expliquer cette différence ?

<u>Exercice 5 :</u>

Dans toute la suite de l'exercice on supposera que le mouvement des ions a lieu dans le vide et que leur poids est négligeable.
Une chambre d'ionisation produit des particules $\alpha(H_e^{2+})$ de masse m = 4u. Ces ions qui pénètrent par O_1, avec une vitesse négligeable, dans un champ électrique uniforme où ils sont accélérés par une tension positive U_0 $=Vp_1-Vp_2$ avec une vitesse $\vec{V}_0$.
1. Représenter la tension U_0. Quelle est la plaque qui a le potentiel le plus élevé ? Justifier.
2. A la sortie de O_2, les particules α ayant cette vitesse horizontale $\vec{V}_0$ pénétre en O entre deux plaques A et B parallèles et horizontales d'un condensateur plan.La longueur des plaques est L = 50cm et la distance qui les sépare est d = 5cm. On applique la tension $U = V_A-V_B = 4{,}5.10^4 V.m^{-1}$ entre les plaques et un écran est disposé à une distance D du milieu du condensateur.
Donner les caractéristiques du vecteur champ électrostatique $\vec{E}$supposé uniforme qui régne entre les plaques .
3. Quelle est la nature du mouvement des particules dans la champ si U = 0V. Quel est alors le point d'impact des particules sur l'écran ?
4.Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire des particules α dans le repére $(O,\vec{\imath},\vec{\jmath},\vec{k})$ dans le cas où on applique la tension $U = V_A-V_B = 4{,}5.10^4 V.m^{-1}$ entre les plaques.
5. Etablir l'équation de la tangente à la trajectoire au point S (point de sortie du champ) et montrer que cette tangente coupe l'axe $(\overrightarrow{ox})$par le point I d'abscisse $X_I = \frac{L}{2}$.
6. Montrer que la déviation verticale du faisceau de particules α est proportionnelle à la tension U.
7. Etablir la relation liant V_0 ; U ; m_α ; L et d pour que le faisceau ne rencontre pas l'une des plaques.
8. Sachant que les particules α sortent du champ électrostatique en un point S d'ordonnée $Y_S = -2{,}15mm$,
8.1. calculer la valeur V_0 de la vitesse initiale.
8.2. En déduire la durée de la traversée du faisceau entre les plaques et la valeur de U_0.
Données : charge élémentaire e =$1{,}6.10^{-19}$ C ; 1u = $1{,}67.10^{-27}$ Kg



Exercice 6 :

On se propose de déterminer la masse de Jupiter en étudiant le mouvement de ses principaux satellites : Io, Europe, Ganymède et Callisto

Le mouvement d'un satellite, de masse m est étudié dans un référentiel considéré comme galiléen, ayant son origine au centre de Jupiter et ses axes dirigés vers des étoiles lointaines, considérées comme fixes .On supposera que Jupiter et ses satellites ont une répartition de masse à symétrie sphérique. Le satellite se déplace sur une orbite circulaire, à la distance R du centre de Jupiter :

5.1. Déterminer la nature du mouvement d'un satellite autour de Jupiter.

5.2. Déterminer la vitesse v d'un satellite en fonction de R, de M, masse de Jupiter et de G, constante de gravitation
universelle.

5.3. En déduire l'expression de la période de révolution T du satellite.

5.4. Montrer que le rapport $\frac{T^2}{R^3}$ est constant.

Les périodes de révolution et les rayons des orbites des quatre principaux satellites de Jupiter ont été déterminés et ont les valeurs suivantes :

	Io	Europe	Ganymède	Callisto
T(en heures)	42,5	85,2	171,7	400,5
R(en km)	$4{,}22\ 10^5$	$6{,}71\ 10^5$	$1{,}07\ 10^6$	$1{,}883\ 10^6$
T^2				
R^2				

5.4.1. Compléter le tableau.

5.4.2. Représenter le graphe donnant les variations de T² en fonction de R^3. Conclure. En reliant ces résultats à ceux obtenu ci-dessus.

5.4.3. Déterminer la masse M de Jupiter.

Donnée : $G = 6{,}67.10^{-11} N.m^2.kg^{-2}$.

<u>**EXERCICE 7 :**</u> **Voyage autour de Saturne**

Rayon de l'orbite de Titan $R_T = 1{,}22.10^6$ Km ; Rayon de la planète de Saturne $R_S = 6{,}0.10^4$ Km ;

Période de rotation de Saturne sur elle-même T_S =10h 39min ; Masse de Saturne : $M_S = 5{,}69.10^{26} Kg$;

$G = 6{,}67.10^{-11}$SI ; .

Dans tout l'exercice, on se place dans le référentiel Saturno-centrique, centré sur Saturne et dont les trois axes sont dirigés vers trois étoiles lointaines supposées fixes. On considère que Saturne et ses satellites sont des corps dont la répartition de masse est à symétrie sphérique. Les rayons des orbites des satellites sont supposés grands devant leur taille.

- ❖ <u>**Quelques caractéristiques de Titan :**</u>

<u>**1.**</u> On considère que la seule force gravitationnelle exercée sur Titan provient de Saturne.

<u>**1.1.**</u> Nommer la (les) force(s) extérieure(s) appliquée(s) au satellite Titan, de masse M_T.

<u>**1.2.**</u> Représenter qualitativement sur un schéma Saturne, Titan et la (les) force(s) extérieure(s) appliquée(s) à Titan.

<u>**1.3.**</u> Donner l'expression vectorielle de cette (ces) force(s).

<u>**2.**</u> On étudie le mouvement du centre d'inertie T de Titan. S est le centre d'inertie de Saturne. Soit $\vec{u}$ le vecteur unitaire porté par la droite (ST) dirigé de S vers T.

<u>**2.1.**</u> Exprimer son accélération vectorielle en précisant la loi utilisée.

<u>**2.2.**</u> Montrer que le mouvement de Titan est uniforme.

2.3. Déterminer l'expression de la vitesse de Titan sur son orbite autour de Saturne.

- ❖ <u>**D'autres satellites de Saturne :**</u>

3. Après le survol de Titan, la sonde Cassini a survolé le satellite Encelade en février 2005. On peut considérer que dans le référentiel Saturno-centrique, Encelade a un mouvement de révolution circulaire uniforme, dont la période (en jour terrestre) est $T_E = 1,37$ et le rayon est R_E.

3.1. Etablir la 3ème loi de Kepler.

3.2. Déterminer la valeur du rayon R_E de l'orbite d'Encelade.

❖ **Sonde saturno-stationnaire :**

4. On cherche dans cette partie de l'exercice à déterminer l'altitude h à la laquelle devrait se trouver la sonde Cassini pour être Saturno-stationnaire (immobile au-dessus d'un point de l'équateur de Saturne).

4.1. Quelle condition doit-on avoir sur les périodes T_S (rotation de Saturne sur elle-même) et T_C (révolution de Cassini autour de Saturne) pour que la sonde soit Saurno-stationnaire.

4.2. Calculer la valeur de h.

Exercice 8 :

Une balle assimilable à un point matériel de masse 450g est lancé avec la vitesse initiale V_0 à partir d'un point A le long d'une ligne AB = l = *10m* incliné d'un angle $\alpha = 30^0$. Les frottements le long du parcours AB possèdent une intensité de 12N.

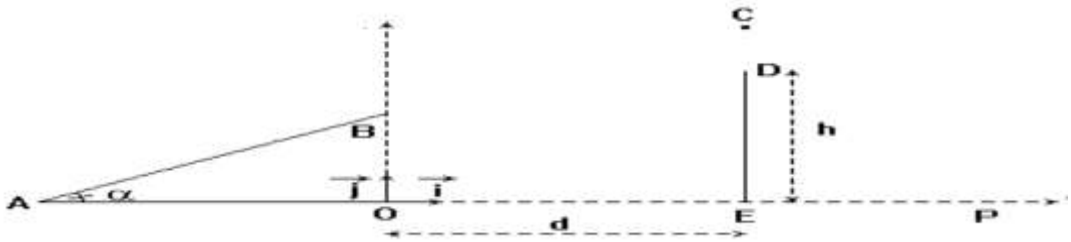
1. Calculer la vitesse initiale V_0 au point A pour que la balle arrive au point B avec une vitesse V_1 = 12m/s. g = 10 SI

2.1. Etablir les équations horaires du mouvement de la balle dans le repère (O, i, j). On prendra qu'à t = 0, la balle est en B avec la vitesse V_1.

2.2. Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire puis donner sa nature.

3.1. Un mur de hauteur h = 5m est placé à une distance d = 4 m du point O. Soit C le point de passage de la balle au-dessus du mur. Déterminer l'altitude du point C et en déduire la distance CD.

3.2. Déterminer alors le point de chute de la balle sur l'axe des abscisses.



Exercice 9 : Pendule pesant

Depuis Galilée, les pendules pesants ont été l'objet d'études approfondies, car ils ont constitué du XIXe au XXe siècle, l'organe essentiel des horloges de précision.

Un pendule pesant est constitué d'un solide pouvant osciller autour d'un axe fixe, de part et d'autre de sa position de repos, sous l'action de son poids. La balançoire, le porte-clés, le balancier d'une horloge en constituent des exemples. Un modèle simplifié du pendule pesant est le pendule simple. Celui-ci est constitué d'un solide ponctuel suspendu en un point par un fil inextensible de longueur très supérieure à la dimension du solide.

On étudie le mouvement d'un pendule simple constitué d'une bille ponctuelle de masse m = 50 g suspendue en un point fixe O par un fil inextensible de longueur L = 50 cm.

Initialement le pendule est en équilibre stable, le fil est alors vertical et le solide est en dessous de O.

Dans toute la suite les frottements seront négligés.

1. Dans un premier temps, le solide est écarté légèrement de sa position d'équilibre stable puis abandonné sans vitesse initiale. Le système effectue alors de part et d'autre de cette position d'équilibre, des oscillations périodiques, de faibles amplitudes, de période $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$. Evaluer la période de ces oscillations. Quelle devrait être la valeur de la longueur du fil pour que le pendule « batte la seconde » (une demi-oscillation dure 1 seconde)? On prendra g = 9,8 m.s^{-2}.

2. On écarte maintenant le fil du pendule de sa position d'équilibre jusqu'à la position définie par l'angle

$\theta_0 = (O\vec{x}, OM_0) = 15°$ (voir figure ci-dessous) et on lance la bille da ns le plan XOY avec le vecteur vitesse dirigé vers le bas et tangent au cercle de rayon ℓ et de centre O. On repère la position de la bille à un instant t par l'angle $\theta = (O\vec{x}, OM)$

2.1 Par application du théorème de l'énergie cinétique établir l'expression de la vitesse de la bille en M en fonction de v_0, g, ℓ, θ et θ_0.

2.2 En utilisant le théorème du centre d'inertie au point M ; établir l'expression de la tension T du fil en M en fonction de v_0, ℓ, θ_0, θ, g et m.

2.3 Exprimer la valeur minimale V_{0m} de la vitesse V_0 pour que la bille effectue un tour complet le fil restant tendu et la calculer.

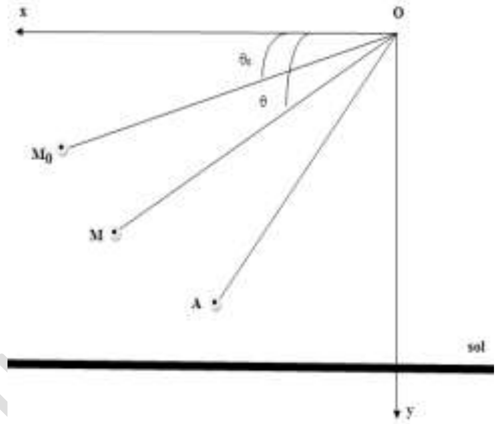
2.4 Le pendule est à nouveau lancé à partir de M_0 avec un vecteur- vitesse $\vec{V}'_0$ dirigé vers le bas, tangent au cercle de rayon ℓ et de centre O, de valeur V'_0 = 4,15 $m.s^{-1}$. Mais le fil se casse quand la bille passe pour la première fois au ℓpoint A repéré par l'angle a $= (O\vec{x}, O\vec{A}) = 45°$.

2.4.1 Déterminer les caractéristiques du vecteur- vitesse $\vec{V}_A$ de la bille au point A**.**

2.4.2 Déterminer, dans le repère orthonormé $(O\vec{x}, O\vec{y})$ donné dans le schéma précédent, les équations horaires du mouvement de la bille après sa libération.

2.4.3 En posant $u = L\cos\alpha - x$, montré que, dans le repère orthonormé $(O\vec{x}, O\vec{y})$, l'équation de la trajectoire de la bille après sa libération s'écrit : $y = \dfrac{g}{2V_A^2 \sin^2\alpha}u^2 + \dfrac{u}{\tan\alpha} + L\sin\alpha$

2.4.4 Déterminer l'abscisse du point d'impact I de la bille sur le sol horizontal qui se trouve à une distance h = 1,5 m au dessous du point O.



THEME P 2 : ELECTROMAGNETISME

CHAPITRES	
NUMERO	**TITRE**
ELECTROMAGNETISME.	
P5	Généralités sur les champs magnétiques - Champs magnétiques des courants.
P6	Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme
P7	Loi de Laplace
P8	Induction magnétique- Etude d'un dipôle (R , L)
P9	Etude du dipôle (R , C)

EXERCICE 1 :

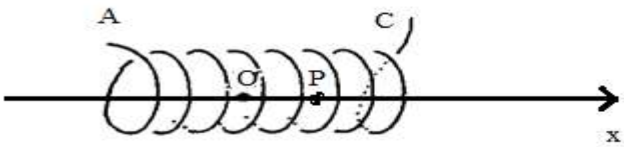
On considère un solénoïde long de centre O et dont la valeur du champ magnétique au centre est donnée par B_o. Soient A et C les faces de ce solénoïde (figure ci-dessous). L'axe (Ox) coïncide avec une ligne de champ de même orientation que l'axe lorsque le solénoïde est parcouru par un courant d'intensité I. A l'aide d'un teslamètre à sonde de Hall, on mesure le champ magnétique B(x) au point P d'abscisse x sur l'axe pour I = 5A.

On obtient les résultats suivants :

x(cm)	0	5	10	15	20
B(mT)	3	3	3	2,8	1,5

1) Indiquer sur le schéma le sens du courant I dans les spires du solénoïde.
2) Tracer la courbe B = f(x). Interpréter brièvement la courbe obtenue.
3) Calculer théoriquement la valeur $B_{othéo}$ du champ au centre du solénoïde.
4) Quel est alors l'écart relatif entre B_{oexp} et la valeur $B_{othéo}$ au centre du solénoïde ? Expliquer l'origine de cet écart.
5) Sur quel partie du solénoïde peut-on considérer que la variation du champ diffère de moins de 5 % du champ existant au centre ?
6) Quelle est la valeur de B_{oexp} pour I = 3A ? Pourquoi ?

Données : nombre de spire N = 200 ; longueur du solénoïde l = 40c



EXERCICE 2 :

NB : Le champ magnétique terrestre sera négligé dans tout l'exercice.

A l'aide d'un teslamètre à sonde de Hall placée au centre O d'un solénoïde long parcouru par un courant d'intensité I, on mesure la valeur du champ magnétique B_0 en O.

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant :

I(A)	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
B_0(mT)	0	3,2	6,7	9,8	13,3	16,5

Le solénoïde de longueur l = 40cm comporte N spires. On donne la perméabilité du vide $\mu_0 = 4\pi.10^{-7} S.I$

1) Tracer la courbe B_0 = f(I).
2) En déduire le nombre N de spires du solénoïde.
3) On dispose le solénoïde parcouru par un courant descendant et un aimant droit de sorte que leurs axes se symétrie soient coplanaires et orthogonaux, l'extrémité nord de l'aimant étant situé à une distance d du centre O du solénoïde. Pour d = 15,0cm, l'aimant crée au point O un champ magnétique d'intensité B = 9,5mT.

3.1) Faire un schéma du dispositif expérimental. Représenter sur ce schéma, les vecteurs champs magnétiques $\vec{B_o}$ et $\vec{B}$, le champ résultant $\vec{B_r}$ ainsi que l'angle $\alpha = (\vec{B_r} ; \vec{B_o})$

3.2) Calculer pour I = 3,0A, l'angle α et l'intensité du champ résultant $\overrightarrow{B_r}$

3.3) Préciser les valeurs minimales et maximales de l'angle α ?

EXERCICE 3 :

Des protons sont émis en O avec une vitesse $\overrightarrow{Vo}(négligeable)$.

On donne : B= 1T et U_{max}= 2.10^3V ; m_p=$1{,}67.10^{-27}kg$; $e = 1{,}6.10^{-19}c$

3.1- Exprimer le rayon R_1 de la trajectoire des protons dans la région D_1 ainsi que la durée du trajet effectué.

3.2- Déterminer la vitesse v_1 des protons lorsqu'ils sortent de D_1. Avec quelle vitesse V_2 les protons pénètrent-ils dans D_2.

3.3- Exprimer le rayon R des protons dans D_2 ainsi que la durée du trajet effectué.

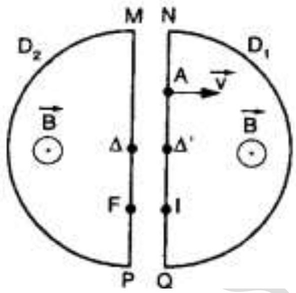
3.4- Déterminer la période et la fréquence alternative.

3.5- Calculer l'énergie cinétique transmise au proton après chaque passage entre les dées.

3.6- V_o étant négligeable; la vitesse maximale atteinte par les protons est v_m= 2.10^7m/s.

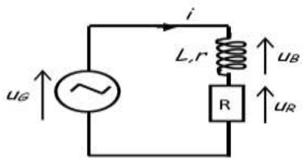
3.6.1- Calculer le nombre de tours que doit effectuer les protons.

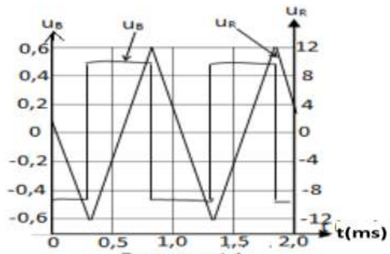
3.6.2- Avec quel rayon seront-ils extraits du cyclotron.



EXERCICE 4 :

Un groupe d'élèves réalise le circuit suivant, comprenant en série une bobine d'inductance L = 0,1H de résistance r = 10Ω, une résistance R = 10kΩ et un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension périodique triangulaire d'amplitude U_m = 12,0V et de fréquence réglable. (Voir schéma du circuit ci-après).





Document 1

3.1.1)

a) Reproduire le schéma du circuit et y représenter les branchements que le groupe d'élèves doit effectuer pour visualiser les tensions u_G aux bornes du générateur sur la voie 1 et u_R aux bornes du résistor sur la voie 2 de l'oscilloscope.

b) L'une de ces tensions permet d'observer de l'intensité i du courant. Laquelle ? Justifier la réponse.

3.1.2) On raisonne toujours avec le schéma ci-dessus.

a) Exprimer la tension u_B aux bornes de la bobine en fonction de u_G et u_R.

b) Exprimer la tension u_B aux bornes de la bobine en fonction de r, i et de la f.e.m d'auto-induction e dans la bobine en respectant l'orientation choisie, puis en fonction de r, L, i et $\frac{di}{dt}$.

3.1.3) Le document 1 ci-avant donne l'allure des tensions u_B et u_R ; il est obtenu par saisie automatique puis traitement informatique des tensions visualisées.

a) Déterminer la période T de l'intensité du courant.

b) Déterminer l'amplitude I_m (valeur maximale atteinte) de l'intensité du courant.

3.1.4) On considère sur le document 1, une dem-période oû la tension u_B est positive.

a) Déterminer une valeur approchée de la tension u_B en admettant qu'elle est constante

b) Calculer la dérivée par rapport au temps de l'intensité du courant ($\frac{di}{dt}$).

c) En déduire l'ordre de grandeur de la valeur L de l'inductance de la bobine en négligeant l'influence de la résistance r.

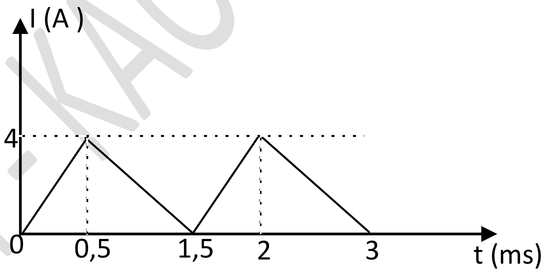
d) La résistance r de la bobine étant égale à 10 Ω, comparer rI_m et $|e|$ et en déduire si l'hypothèse formulé en c) était justifiée.

<u>EXERCICE 5 :</u> Principe de l'alternateur

Un solénoïde de résistance R = 4 Ω comprend N = 2000 spires jointives réparties sur une longueur L = 60 cm. Dans un premier temps les extrémités du solénoïde sont branchées aux bornes d'un générateur G_0 de f.é.m E_0 = 24 V et de résistance r =2 Ω.

1. Préciser les caractéristiques du vecteur champ magnétique à l'intérieur du solénoïde. Faire un schéma du solénoïde où on indiquera clairement le sens du courant et où on représentera le vecteur champ magnétique à l'intérieur. On donne $\mu_0 = 4\,\pi.10^{-7}$S.I

2. On introduit à l'intérieur du solénoïde une bobine plate comportant n = 50 spires d'aire 5 cm ^{2} chacune. L'axe du solénoïde est orthogonal au plan de la bobine. On remplace le générateur G_0 par un autre générateur G qui débite dans le solénoïde un courant dont l'intensité est une fonction du temps (figure ci-dessous). On relie ensuite les extrémités de la bobine à un oscilloscope.

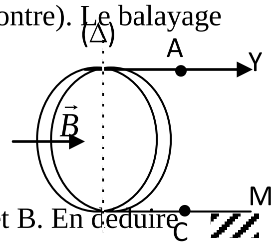


La base de temps est sur la graduation 0,5 ms/cm ;
la sensibilité verticale est sur la graduation 0,25 V/cm.

2.1 Expliquer pourquoi la bobine est le siège d'un phénomène d'induction. Calculer la fém d'induction.

2.2 Représenter la tension observée sur l'écran de l'oscillographe.

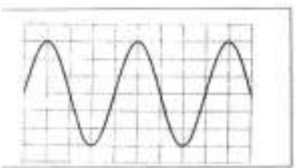
3. Cette fois on considère une bobine plate formée de n' = 500 spires de surface s' = 100 cm^2 chacune. La bobine tourne à une vitesse angulaire constante ω autour d'un axe (Δ) diamétral et vertical dans un champ magnétique uniforme horizontal de vecteur $\vec{B}$ .Des contacts électriques mobiles permettent de relier les extrémités A et C de la bobine respectivement à l'entrée y et à la masse M d'un oscillographe (figure ci -contre). Le balayage horizontal étant réglé sur 10 ms/div et la sensibilité verticale sur 1 V/div. On observe la courbe de la figure suivante à l'oscillographe.



3.1 Justifier qualitativement l'existence d'une tension entre A et C lors de la rotation de la bobine.

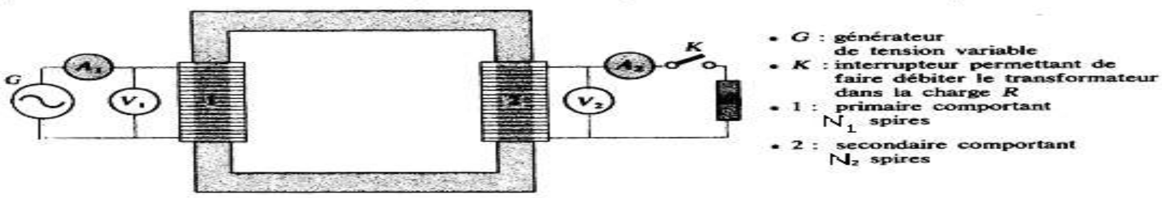
3.2 Montrer que la bobine est le siège d'une f.é.m induite donnée par l'expression e = K. sin(ω t + Θ_0) où K et Θ_0 sont des constantes. Exprimer K en fonction de ω, s', n' et B. En déduire l'expression de la tension U_{AC}

3.3 Déterminer alors en utilisant l'oscillogramme la vitesse angulaire ω de la bobine ainsi que l'intensité B du champ magnétique



<u>EXERCICE 6 :</u> Etude d'un transformateur

Le primaire d'un transformateur comporte N_1 = 3300 spires le secondaire en comporte N_2 = 360.



Le circuit secondaire étant ouvert (interrupteur K ouvert), on applique une tension sinusoïdale de valeur efficace U_1 au primaire. On constate que la valeur efficace de l'intensité du courant I_1 au primaire est pratiquement nulle et qu'il apparaît aux bornes du secondaire une tension de valeur efficace U_2.

1) En admettant que le flux du champ magnétique à travers le primaire est le même que celui qui traverse le secondaire, démontrer que : $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$

On négligera la résistance du primaire.

2) On alimente le primaire avec une tension sinusoïdale de valeur efficace $U_1 = 220$ V. Calculer la valeur efficace de la tension U_2 qui apparaît au secondaire.

3) Un manipulateur distrait alimente le secondaire, avec une tension sinusoïdale de valeur efficace U = 220 V. Calculer la tension U' qui apparaît aux bornes du primaire. Ce mode d'utilisation du transformateur vous parait-il normal ? Justifier. Quelle tension peut-on appliquer au secondaire sans risque d'endommager le transformateur ?

EXERCICE 7 :

Dans tout l'exercice on néglige le champ magnétique terrestre.

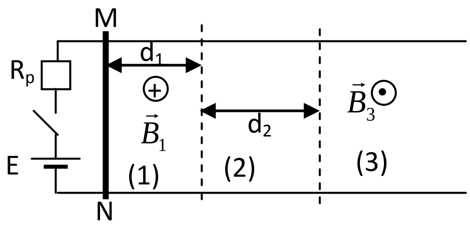
1) Un circuit électrique est composé d'un générateur, d'un interrupteur K, de deux rails métalliques horizontaux, parallèles, d'une résistance de protection et d'un barreau métallique mobile MN horizontal, de masse m, pouvant glisser sans frottement en restant perpendiculaire aux rails. Le courant débité par le générateur a une intensité I supposée constante. La région 1 du schéma est soumise à l'action d'un champ magnétique $\vec{B}_1$ perpendiculaire au plan des rails et dirigé comme indiqué sur la figure. Le barreau MN étant immobile, on ferme l'interrupteur K à l'instant t = 0.

1-1 Dresser alors la liste des forces que subit le barreau MN, en donnant les caractéristiques de chacune d'elles.

1-2 Exprimer le vecteur accélération $\vec{a}_1$ du barreau lors de son mouvement dans la région 1. Application numérique : I = 5 A ; $B_1 = 6.10^{-3}$ T ; m = 50 g ; MN = 1 = 10 cm.

1-3 Déterminer la vitesse V_1 du barreau quand il sort de la région 1 après avoir parcouru la distance d_1 = 5cm.

2) Le barreau traverse une région 2 de largeur d_2 = 10cm où le champ magnétique est nul. Quelle est la nature de son mouvement ? Calculer le temps mis pour la traverser.



3) Le barreau entre alors dans la région 3 et subit l'action du champ magnétique $\vec{B}_3$ d'intensité $B_3 = 6.10^{-3}$ T et orienté comme l'indique la figure.

3-1 Quel est le vecteur accélération $\vec{a}_3$ du barreau ?

3-2 A quelle date le barreau repasse-t-il par sa position initiale de la question 1 ?

EXERCICE 8 :

Un circuit électrique comprend : Figure 1

- Deux rails AA' et CC' parallèles et situés initialement dans un plan horizontal.
- Une tige MN de masse m = 10 g et de longueur l = 10 cm qui repose sur les rails dans une direction perpendiculaire.
- Un générateur G pouvant débiter un courant d'intensité variable dans le circuit constitué par les deux rails et la tige.

Un aimant permet de créer dans la zone des rails un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ vertical dont la norme vaut 0,2 T. Dans tout le problème on néglige les effets d'induction et les frottements.

1.1 Quel doit être le sens de $\vec{B}$ pour que la tige MN se déplace dans le sens indiqué sur la figure ? Justifier.

1.2 Calculer et représenter la force électromagnétique agissant sur MN quand celle-ci est traversée par un courant d'intensité I = 1 A.

1.3 Quelle est l'accélération prise par MN ? Déterminer l'équation de son mouvement.

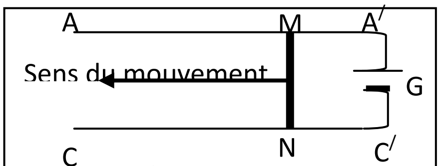


Figure 1

2 On dispose maintenant le plan des rails verticalement. La tige MN est maintenue initialement à une altitude prise comme référence et reste au contact des rails au cours de son déplacement.

2.1 Quels doivent être maintenant la direction et le sens de $\vec{B}$ pour que la tige MN s'élève ? Justifier.

2.2 Déterminer la valeur minimale de l'intensité du courant pour que ce mouvement puisse se produire. On donne $g = 9,8\ m.s^{-2}$.

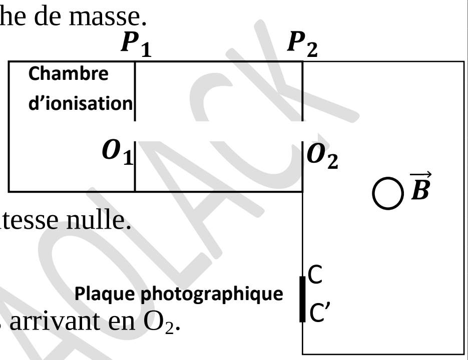
3 Le dispositif étant celui de la question 2, on fait passer un courant d'intensité $I = 10\ A$ .L'aimant fournit une
zone de champ uniforme sur une hauteur $h = 10\ cm$. On admettra qu'en dehors de cette zone, le champ est nul.

3.1 Déterminer la vitesse de la tige à la sortie du champ magnétique.

3.2 A quelle altitude comptée à partir de la position de référence, la tige montera-t-elle ?

<u>EXERCICE 9 :</u> On donne : 1 u = $1,66.\ 10^{-27}$ kg ; e = $1,6.10^{-19}$ C.

On envisage la séparation des isotopes de l'uranium à l'aide d'un spectrographe de masse.
On négligera le poids des ions devant les autres forces.



4.1 Une chambre d'ionisation produit des ions ${}^{68}Zn^{2+}$ et ${}^{X}Zn^{2+}$, de masses Respectives $m_1 = 68u$ et $m_2 = Xu$. Ces ions sont ensuite accélérés dans le vide entre deux plaques métalliques parallèles P_1et P_2.
La tension accélératrice a pour valeur $U_o = 10^3$ kV.
On suppose que les ions sortent de la chambre d'ionisation en O_1 avec une vitesse nulle.

4.1.1 Quelle est la plaque qui doit être portée au potentiel le plus élevé ? Justifier.

4.1.2 Montrer que l'énergie cinétique est la même pour les deux types d'ions arrivant en O_2.
En est-il de même pour les vitesses ? Justifier.

4.1.3 Calculer la vitesse V_o des ions ${}^{68}Zn^{2+}$ lorsqu'ils sont en O_2.

4.1.4 Exprimer en fonction de X et de V_0 la vitesse V'_0 des ions ${}^{X}Zn^{2+}$ en O_2.

4.2 Les ions pénètrent ensuite dans une région où règne un champ magnétique uniforme orthogonal au plan de la figure, d'intensité B = 0,1 T.

4.2.1 Indiquer sur un schéma le sens du vecteur $\vec{B}$ pour que les ions ${}^{68}Zn^{2+}$ parviennent en C', et les ions ${}^{X}Zn^{2+}$ en C. Justifier la construction.

4.2.2 Montrer que les trajectoires des ions sont planes ; établir la nature du mouvement ainsi que la forme de ces trajectoires.

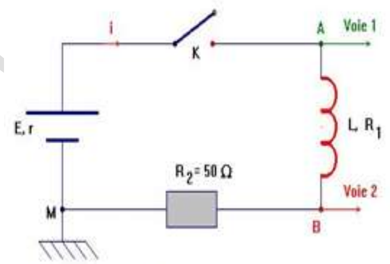
4.2.3 Calculer le rayon de courbure R_1 de la trajectoire des ions ${}^{68}Zn^{2+}$.
Exprimer le rayon de courbure R_2 de la trajectoire des ions ${}^{X}Zn^{2+}$ en fonction de R_1 et de X.
On donne CC' = 12,34cm, calculer X. En déduire V'_0.

4.3 Le courant d'ions issu de la source correspond à une intensité de 10 µA.
Sachant que le zinc naturel contient en nombre d'atomes 0,7 % d'isotope léger, calculer la masse de cet isotope recueilli en 24 h.

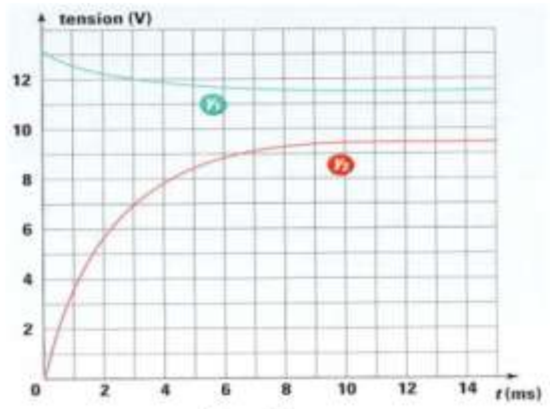
<u>EXERCICE 10</u> : Etude d'un dipôle (R ; L)

On réalise le circuit comprenant une bobine d'inductance L et de résistance interne R_1 , un résistor de résistance $R_2 = 50\ \Omega$, un interrupteur K, et un générateur de tension dont la f.é.m. est $E = 13,4V$ et sa résistance interne ***r*** *inconnue. (**<u>Figure 01</u>**).*

À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur *K*, un oscillographe bicourbe, branché comme l'indique le schéma, permet d'observer les courbes $y_1 = f(t)$ et $y_2 = g(t)$.



<u>Figure 01</u>



<u>Figure 02</u>

1. Identifier la courbe correspondant à la tension U_{AM} aux bornes du générateur et celle correspondant à la tension U_{BM} aux bornes du conducteur ohmique.

2. Régime permanent : Lorsque le régime permanent est établi, déterminer :

2.1 Les valeurs des tensions U_{AM} et U_{BM}, à partir des courbes.

2.2 L'intensité I_0 du courant permanent.

2.3 La résistance interne r du générateur.

2.4 La valeur de la tension U_{AB} aux bornes de la bobine et montrer que sa résistance interne R_1 est non nulle.

3. Régime transitoire :

3.1 Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit l'intensité i lors de l'établissement du courant dans le circuit.

3.2 La solution de l'équation différentielle est de la forme $i = A(1 - e^{-t/\tau})$. Déterminer les constantes A et τ en fonction des paramètres des dipôles.

3.3 Déterminer graphiquement la constante de temps τ et en déduire l'inductance L de la bobine.

4 Avec un teslamètre, on mesure l'intensité du champ magnétique au centre du solénoïde lorsque le régime permanent est établi. La longueur de la bobine est $l = 40\ cm$, son diamètre est $d = 5\ cm$ et son nombre de spires N. Ces dimensions permettent de considérer la bobine comme un solénoïde.

4.1 Montrer que l'inductance de la bobine s'écrit : $L = \frac{10^{-7}\,(N\pi\, d)^2}{l}$

4.2 En déduire la valeur de N

4.3 Donner l'indication du teslamètre.

Donnée : **$\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ S.I**

EXERCICE 11 : Etude d'un dipôle (R ; L)

On considère le circuit électrique de la figure 2, constitué par l'association en série d'un générateur (G) tension, supposé idéal de force électromotrice E = 10V, d'un conducteur ohmique de résistance R réglable, d'une bobine (B) d'induction L et de résistance r et d'un interrupteur (K).

Le sens positif de l'intensité i du courant électrique est indiqué sur le schéma du circuit.

1. Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_R = u_{MH}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique s'écrit : $\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{1}{\tau}.u_R(t) = \frac{RE}{L}, avec\ \tau = \frac{L}{R+r}$ est la constante de temps du circuit.

2. En déduire l'expression de la tension U_0 aux bornes du conducteur ohmique en fonction de E, r et R lorsque le régime permanent s'établit dans le circuit.

3. Vérifier que la solution de l'équation différentielle précédente est de la forme :

$$u_R(t) = U_0(1 - e^{\frac{-t}{\tau}})$$

En déduire que pour $t = \tau$, la tension aux bornes du conducteur vaut 63 % de U_0.

4. On effectue les deux expériences suivantes :

- **Expérience (a)** : on réalise le circuit de la **figure 2** et on ajoute la résiqstance R du conducteur ohmique à la valeur $R_a = 240\ \Omega$.

- **Expérience (b)** : on remplace dans le circuit de la **figure 2**, la bobine (B) par une autre bobine (B') d'inductance L' et de résistance r identique à celle de (B). On ajoute la résistance R à la valeur R_b.

Pour chacune de ces deux expériences, on ferme l'interrupteur (K) à l'instant t = 0 et on suit à l'aide d'un système approprié d'acquisition de données, l'évolution temporelle de la tension $u_{HM}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique. On obtient respectivement les chronogrammes (**C_a**) et (**C_b**) de la **figure 3**. En exploitant les chronogrammes (**C_a**) et (**C_b**) :

4.1 Préciser les valeurs U_{0a} et U_{0b} de la tension aux bornes du conducteur ohmique lorsque le régime permanent s'établit dans le circuit respectivement dans les expériences (a) et (b) ;

4.2 Déduire les valeurs des constantes de temps τ_a et τ_b du circuit respectivement dans les deux expériences (a) et (b) ;

4.3 Déterminer la valeur de la résistance r de la bobine (B) et déduire la valeur de L.

4.4 Déterminer R_b et L'.

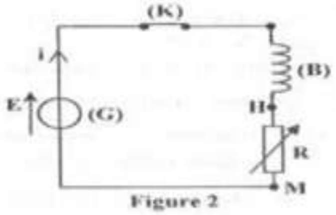


Figure 2

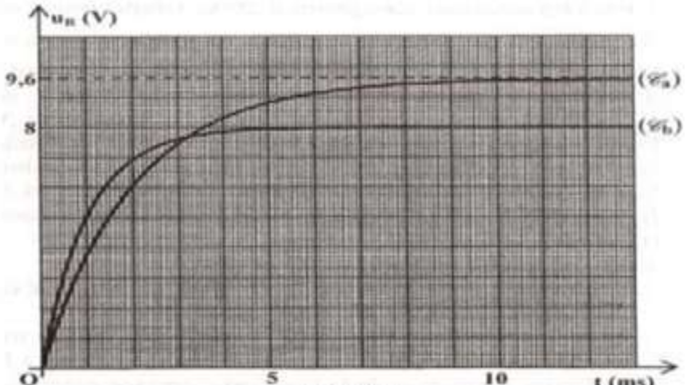


Figure 3

THEME P 3 : OSCILLATIONS

CHAPITRES	
NUMERO	TITRE
OSCILLATIONS	
P10	Oscillations électriques libres et oscillations électriques forcées
P11	Oscillations mécaniques libres

EXERCICE 1 :

Un solide (S) de masse m est attaché à l'une des extrémités d'un ressort horizontal parfaitement élastique, de constante de raideur k et de masse négligeable devant celle du solide (S). L’autre extrémité du ressort est fixe.

1) On écarte le solide (S) de sa position d'équilibre de x_0 à un instant qu'on prend comme origine des dates, puis on l’abandonne sans vitesse. On néglige les frottements et on étudie le mouvement du solide (S) relativement à un repère galiléen $(O,\vec{i})$ d'origine O, la position du centre d'inertie de (S) à l'équilibre et d'axe Ox horizontal (fig.1).

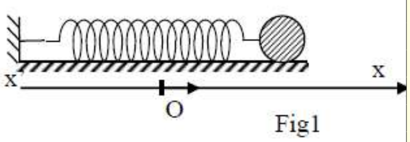
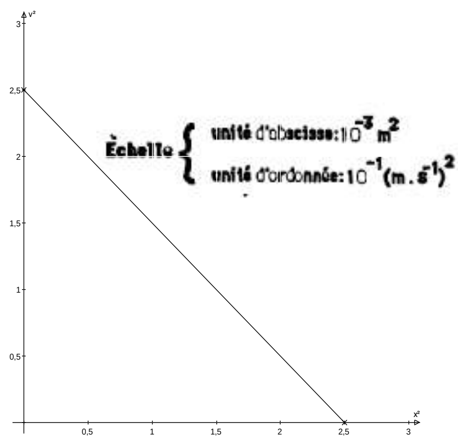


Fig1

   a) A une date t quelconque, le centre d'inertie G de (S) a une élongation x et sa vitesse instantanée est v. Etablir l'expression de l'énergie mécanique E du système {solide (S) , ressort } en fonction de x , v , k et m .
   b) Montrer que cette énergie mécanique E est constante. Exprimer sa valeur en fonction de k et x_0.
   c) En déduire que le mouvement de (S) est rectiligne sinusoïdal.

2) A l'aide d'un dispositif approprié, on mesure la vitesse instantanée v du solide (S) pour différentes élongations x du centre d'inertie G de (S). Les résultats des mesures ont permis de tracer la courbe $v^2=f(x^2)$ (fig. 2).



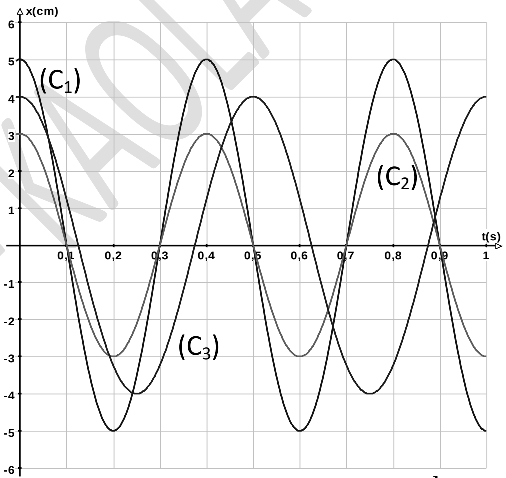
   a) Justifier théoriquement l'allure de la courbe en établissant l'expression de v^2.
   b) En déduire la pulsation ω_0 et l'amplitude x_0 du mouvement de (S),
   c) Etablir l’équation horaire du mouvement.
   d) Sachant que l’énergie mécanique E du système est égale à 0,625 J, calculer les valeurs de la constante de raideur k du ressort et la masse m du solide.

On dispose d'un système solide-ressort constitué d'un mobile de masse m = 250 g accroché à l'extrémité d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur k = 10 N.m^{-1}.

Exercice 2 :

Un oscillateur mécanique libre est constitué d'un ressort élastique de constante de raideur k, d'axe horizontal, relié à un solide S supposé ponctuel, de masse m. Le solide S peut se déplacer, sans frottement, sur un plan horizontal, le long de l'axe du ressort.

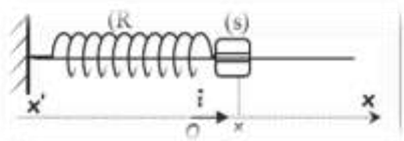
1) Schématiser l'oscillateur à un instant où le solide S est écarté de sa position d'équilibre ; représenter à cet instant les forces qui s'exercent sur le solide S
2) Etablir l'équation différentielle qui régit le mouvement du solide ponctuel S
3) La solution de cette équation différentielle est de la forme $x=X_m\cos(\omega_0 t+\varphi)$. Rappeler la signification des paramètres de cette équation, donner également leurs unités dans le système international.
4) L'énergie potentielle de cet oscillateur est nulle quand le solide S est à sa position d'équilibre.
   a) Exprimer l'énergie mécanique de cet oscillateur en fonction de k, m, x et $\frac{dx}{dt}$ (x est l'abscisse du solide).
   b) En déduire l'expression de son énergie mécanique en fonction des grandeurs k et X_m.



5) On réalise une série d'expériences et on enregistre, avec un dispositif approprié, l'évolution de la position x du solide ponctuel au cours du mouvement (courbes C_1, C_2 et C_3). Pour la courbe C_3, l'enregistrement a été fait avec le solide S supportant une surcharge de masse m';les autres courbes ont été enregistrées avec le solide S sans surcharge.
   a) L'amplitude du mouvement du solide S influence-t-elle la période de ses oscillations ? Justifier.
   b) La période des oscillations change-t-elle si on modifie la masse du solide relié au ressort ? Justifier.
   c) Le solide ponctuel S a une masse m=650 g. Déterminer la constante de raideur k du ressort élastique et la masse m' de la surcharge.

EXERCICE 4 :

Un pendule élastique horizontal est constitué d'un ressort (R) de raideur k = 50N.m^{-1} et de masse négligeable, enfilé à travers une tige, à l'extrémité duquel est soudé un solide ponctuel (S) de masse m pouvant coulisser sans frottement à travers la tige.



A l'origine des dates on écarte le solide (S) de $\boldsymbol{x_0}$ à partir de sa position d'équilibre dans le sens positif puis on l'abandonne avec une vitesse de valeur $\boldsymbol{v_0}$ dans le sens positif. A un instant t quelconque, au cours des oscillations, l'élongation du solide est x et sa vitesse est v.

3.1. Donner l'expression de l'énergie mécanique du pendule en fonction de k, m, x et v.

3.2. Sachant que le système {(S), (R)} est conservatif, déduire l'équation différentielle régissant les oscillations du solide (S).

3.3. Exprimer la pulsation propre ω_0 en fonction de k et m et vérifier que $x=x_m.\sin(\omega_0 t+\varphi)$ et une solution générale de l'équation différentielle obtenue.

3.4. Le graphe de la figure -1- de la feuille annexe représente les variations de l'énergie potentielle élastique Ep du pendule au cours du temps.

4.1. Etablir l'expression de $Ep=\frac{1}{4}kx_m^2\left[1-\cos(2\omega_0 t+2\varphi)\right]$. On rappelle que $\sin^2\alpha=\frac{1-\cos2\alpha}{2}$

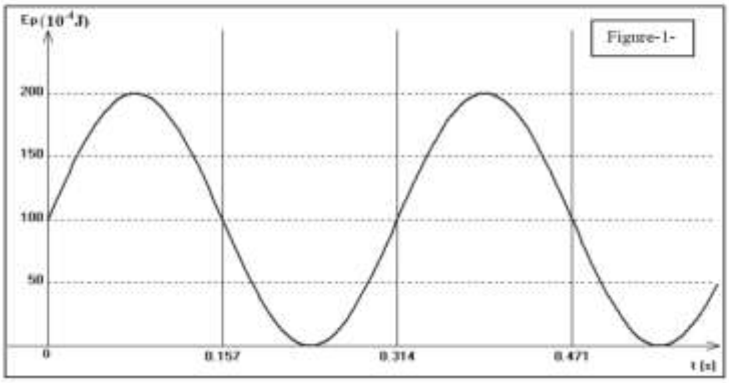
4.2. Déduire l'expression de l'énergie mécanique en fonction de k et x_m.

3.5. Déterminer par exploitation du graphique et de ce qui précède :

5.1. La valeur de l'amplitude x_m des oscillations, l'élongation initiale x_0 du solide et la phase φ.

5.2. La période propre T_0 des oscillations, la masse m du solide (S) et sa vitesse initiale v_0.

3.6. Déterminer graphiquement les positions pour lesquelles, la vitesse du solide (S) est réduite à moitié de sa valeur acquise au passage par sa position d'équilibre ?



EXERCICE 5 :

On dispose de trois dipôles :

- Un conducteur ohmique de résistance R.
- Un condensateur parfait de capacité C.
- Une bobine d'inductance L et de résistance r.

On réalise un circuit en montant ces trois composants en série avec un générateur délivrant une tension alternative sinusoïdale de fréquence N variable et de valeur efficace U constante (figure 4).

4.1 Dans une première expérience on choisit $N = N_1$:

Un oscilloscope est branché comme l'indique la figure 4, et permet de suivre les variations de deux tensions sur les voies Y_1 et Y_2, l'oscillogramme obtenu est reproduit sur la figure 5.

4.1.1 Préciser la tension visualisée sur chaque voie ? Pour chaque tension on précisera sa valeur efficace.

4.1.2 Déterminer la fréquence N_1 des tensions visualisées.

4.1.3 Quelle est, des deux tensions, celle qui est en avance sur l'autre ? Justifier.

4.1.4 Déterminer le déphasage $\Delta\varphi$ de l'intensité instantanée i(t) qui parcourt le circuit par rapport à la tension u(t) aux bornes du générateur. En déduire $cos\Delta\varphi$.

Représenter la construction de Fresnel dans le cas étudié, puis donner l'expression de l'intensité maximale Imax en fonction de R, r, $cos\Delta\varphi$ et U_m (valeur maximale de la tension aux bornes du générateur).

4.1.5 L'intensité efficace du courant dans le circuit étant de 59mA, déterminer la valeur de la résistance R du conducteur ohmique et celle de la résistance r de la bobine.

4.2 Dans une deuxième expérience : on fixe la fréquence du générateur à la valeur N_2 et on branche dans le circuit

trois voltmètres V_1, V_2, V_3 comme l'indique la figure 6.

On trouve respectivement les tensions $U_1 = 4{,}38V$; $U_2 = 0{,}57V$; $U_3 = 4{,}95V$.

4.2.1 Montrer que dans ces conditions, le circuit est le siège d'une résonnance d'intensité.

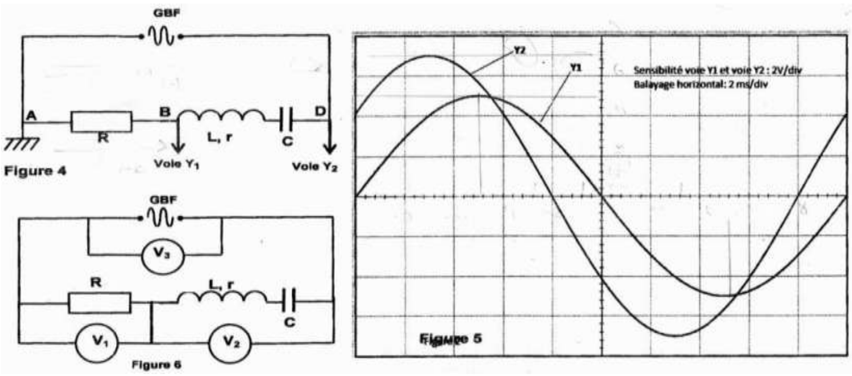
4.2.2 Dans ces conditions, quelle est l'indication d'un ampèremètre monté en série dans le circuit.

4.2.3 Donner l'expression de la fréquence N_2 en fonction de L et C.

4.3 Pendant une troisième expérience : on enlève le conducteur ohmique de résistance R et on alimente le circuit par le même générateur GBF. Pour une fréquence $N_3 = 55{,}7$ Hz on constate que les tensions efficaces aux bornes du générateur, aux bornes de l'ensemble du circuit sont égales.

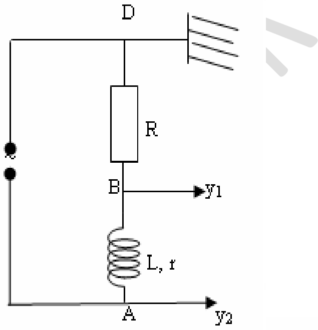
4.3.1 Faire la construction de Fresnel correspondante et préciser la nature inductive ou capacitive du circuit.

4.3.2 En déduire les valeurs de L, C et N_2.

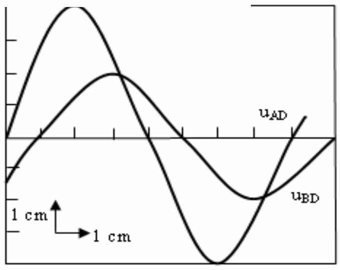


EXERCICE 6 :

1) Une portion de circuit AD comprend en série : **Fig. 1**
   – une bobine d'inductance L et de résistance r ;
   – une résistance ohmique R = 20 Ω.



On établit entre A et D une tension sinusoïdale $u_{AD} = U\sqrt{2}\cos\omega t$.
L'intensité instantanée est alors exprimée par $i_{AD} = I\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi)$.
On branche, comme indique **figure 1**, un oscilloscope bicourbe dont le balayage est réglé à 2,5 $ms.cm^{-1}$, la sensibilité des voies y_1 et y_2 à 1 $V.cm^{-1}$.
On observe sur l'écran la **figure 2**. **Fig. 2**



a) Déduire des courbes observées :
   - la pulsation ω,
   - les valeurs de U et I,
   - le déphasage φ entre l'intensité et la tension.

b) Trouver l'impédance Z de la portion AD du circuit, les valeurs de L et r.

2) On intercale en série dans le circuit précédent, un condensateur de capacité C = 112 µF (fig. 3). Sans changer les réglages de l'oscillographe, on observe sur l'écran, la figure 4.
   a) Quel est le nouveau déphasage entre i_{AD} et u_{AD} ? vérifier que ce résultat est compatible avec la valeur de L trouvée au 1)-b.
   b) Quelle est la nouvelle valeur de l'intensité maximale ? En utilisant cette valeur, retrouver la valeur de r.

Fig. 3

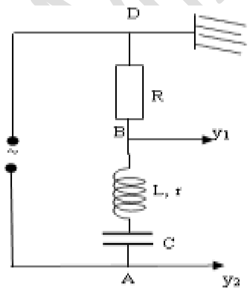
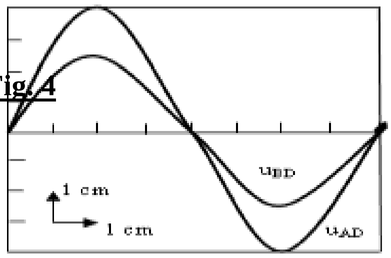


Fig. 4



THEME P 5 : OPTIQUE-PHENOMENES CORPUSCULAIRES

CHAPITRES	
NUMERO	**TITRE**
OPTIQUE-PHENOMENES CORPUSCULAIRES	
P12	Interférences lumineuses
P13	Effet photoélectrique : mise en évidence et interprétation
P14	Niveaux d'énergie de l'atome
P15	Réactions nucléaires

EXERCICE 1 :

On réalise une expérience d'interférence lumineuse avec une source primaire et des fentes de YOUNG qui jouent le rôle de deux sources synchrone S_1 et S_2 distantes de a=0,5 mm. L'écran d'observation E est perpendiculaire à la médiatrice de S_1S_2. Il est à D = 1,5m de ces fentes.

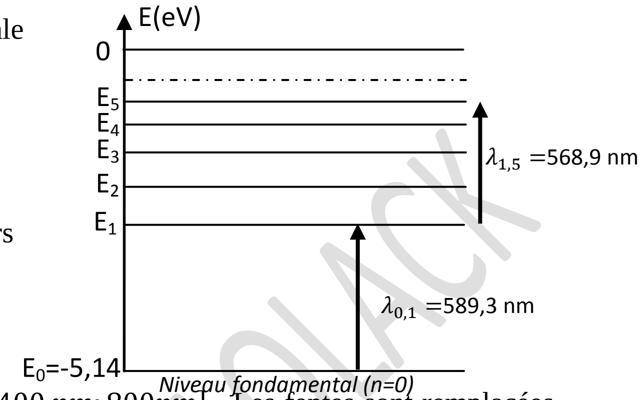
7.1 On éclaire les fentes par une lumière monochromatique de longueur d'onde λ. Le centre de la frange brillante numéro 4 est à 7,6mm de celui de la frange centrale (les frangessont comptées à partir de la frange centrale numérotée 0).

7.1.1 On réalise un schéma du montage. Tracer les marches des rayons lumineux qui arrivent en un point M de l'écran.

7.1.2 Définir et calculer l'interfrange i.

7.1.3 En déduire la valeur de la longueur d'onde $\boldsymbol{\lambda}$ utilisée.

7.2 Les sources émettent à présent des radiations de longueurs d'onde $\lambda_1 = 600nm$ et $\lambda_2 = 480nm$. Si l'on s'écarte de la frange centrale, en quelle position observe-t-on la première coïncidence entre les deux systèmes de franges ?



7.3 La source primaire émet maintenant toutes les radiations visibles dont les longueurs d'onde $\boldsymbol{\lambda}$ sont telles que : $\boldsymbol{\lambda} \in [400\ nm; 800nm]$. Les fentes sont remplacées par une fente unique placée sur l'axe de la source. On interpose entre la fente et l'écran une substance en sodium.

A l'aide d'un dispositif approprié, on constate sur l'écran deux (02) bandes noires. Il s'agit de bande d'absorption correspondant aux transitions croissantes représentées sur le diagramme d'énergie simplifié de l'atome de sodium schématisé ci-après. Les longueurs d'ondes correspondantes $\lambda_{0,1}$ et $\lambda_{1,5}$ valent respectivement $589{,}3nm$ et $568{,}9\ nm$.

7.3.1 Calculer l'énergie des niveaux E_1 et E_5 (les résultats seront donnés à 2 chiffres après la virgule).

7.3.2 Exprimer la longueur d'onde $\lambda_{0,5}$ de la transition entre les niveaux 0 et 5 en fonction des longueurs d'onde $\lambda_{0,1}$et $\lambda_{1,5}$ des transitions respectives entre les niveaux 0 à 1 et 1 à 5. Calculer$\lambda_{0,5}$. La radiation correspondante appartient-elle au visible ?

7.3.3 Un rayon laser envoie un photon d'énergie $3{,}39\ eV$ et ionise un atome de sodium initialement au niveau E_1. Calculer la vitesse de l'électron émis. On donne : Constante de Planck : h = $6{,}62.10^{-34}$ J.s ; célérité de la lumière C= $3{,}00.10^{8}$ $m.s^{-1}$.

<u>EXERCICE 2 :</u>

Le cobalt ${}^{60}_{27}C_o$ est radioactif β^-.

5.1) A la date t = 0s, on dispose d'un nombre N_0 de ${}^{60}_{27}C_o$. A la date t quelconque, on détermine le nombre N de noyau non désintégrés. Les résultats sont regroupés dans le tableau suivant :

t(ans)	5	15	25	35	45
N(10^{18} noyaux)	5,21	1,40	0,379	0,102	0,0276
ln(N)					

5.1.1 Compléter le tableau. (ln représente le logarithme népérien)

5.1.2 Tracer le graphe ln(N) = f(t). Echelles : **<u>Abscisse</u>** : 1 cm pour 5 ans ; **<u>ordonnée</u>** : 2 cm pour 1 unité de ln(N).

NB : On prendra comme origine des axes t = 0 an et ln(N) = 37.

5.1.3 Donner l'expression de N en fonction de t, de N_0 et de la constante radioactive λ. En déduire l'expression de ln(N) en fonction de t, de N_0 et de λ.

5.1.4 Déduire du graphe, la valeur de la constante radioactive λ du cobalt 60 et de celle de N_0.

5.1.5 Calculer la période T du cobalt 60.

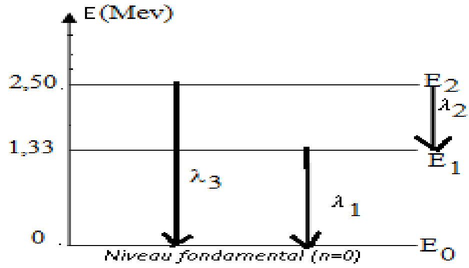
5.1.6 Calculer l'activité initiale de la source radioactive.

5.2) Le noyau ${}^{A}_{Z}N_i$ issu de la désintégration du cobalt 60 revient à son état fondamental E_0 en passant par deux états excités E_2 et E_1 comme l'indique le diagramme ci-après :

5.2.1 Ecrire d'équation de la désintégration produite en indiquant les lois de conservations utilisées.

5.2.2 Calculer les longueurs d'onde des deux photons γ émis lors de la désexcitation du noyau fils.

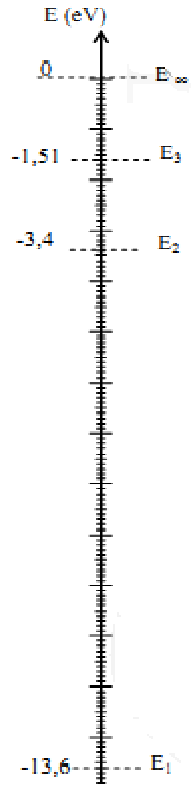
5.2.3 En déduire la longueur d'onde λ_3 correspondant à la transition de E_2 à E_0.
On donne : 1ev = 1,6.10^{-19} J ; h = 6,02.10^{-34} J.s ; C = 3.10^8 m.s^{-1}



Exercice 3 :
On donne : la constante de Planck : h = 6,62.10^{-34}J.s; la célérité de la lumière c = 3.10^8 m.s^{-1} ; 1 eV = 1,6.10^{-19}J
Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation :
$\boldsymbol{E_n = -\frac{E_0}{n^2}}$ avec E_0 = 13,6 eV et n ∈ N*
1°) a- Représenter, à l'échelle 1 cm pour 1 eV, les trois premiers niveaux d'énergie (n = 1 ; n = 2 et n = 3) ainsi que le niveau E = 0 eV.
b- Expliquer la phrase : les niveaux d'énergie de l'atome sont quantifiés.
2°) a- Donner la valeur de l'énergie de l'atome d'hydrogène dans son état fondamental.
b- Préciser l'état de l'atome d'hydrogène pour le niveau E = 0 eV.
3°) Lorsqu'un atome d'hydrogène absorbe une radiation de longueur d'onde λ, il passe d'un niveau d'énergie n à un autre p.
a- Comparer p à n.
b- Montrer que la longueur d'onde λ de la radiation absorbée s'exprime par : $\boldsymbol{\lambda = \frac{hc}{E_p - E_n}}$; avec h est la constante de Planck et c la célérité de la lumière.
c- Déterminer la plus grande longueur d'onde λ des radiations que peut absorber l'atome d'hydrogène supposé dans son état fondamental.
4°) On fournit à l'atome d'hydrogène pris dans son état fondamental (n = 1) une énergie W = 15 eV.
a- Indiquer si cette énergie est susceptible d'être absorbée par l'atome d'hydrogène.
b- Préciser dans quel état se trouve l'atome dans ce cas.
5°) Les radiations suivantes constituent le spectre d'émission dans le visible de l'atome d'hydrogène.

Couleur	rouge	bleu-vert	indigo	violet
λ (µm)	0,656	0,486	0,434	0,410

a- Préciser, en le justifiant, si un tel spectre est continu ou discontinu.
b- Décrire brièvement un dispositif qui permet d'obtenir un tel spectre.
c- Peut-on trouver un autre élément chimique qui possède un spectre d'émission identique à celui de
l'hydrogène ? Justifier la réponse.
d- Décrire le spectre d'absorption de l'hydrogène.



Exercice 4 :
3.1. Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés, en électronvolts, par la relation $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ où n est un entier non nul.
3.1.1. En utilisant l'échelle 1cm pour 1eV, dessiner les quatre premiers niveaux d'énergie de l'atome ainsi le niveau de référence de l'énergie. **(1pt)**
3.1.2. Déterminer l'énergie minimale, en eV, qu'il faut fournir à l'atome d'hydrogène pour l'ioniser dans les cas suivants :
a) l'atome est dans son état fondamental ; **b)** l'atome est dans son deuxième état excité.

3.2. Pour l'atome de sodium E'$_1$ est l'état fondamental et E'$_2$ et E'$_3$ correspondent à des états excités. Lorsque l'atome de sodium passe de l'état E'$_2$ à l'état E'$_1$ il émet une radiation de longueur d'onde λ_1=589,0nm et lorsqu'il passe du niveau E'$_3$ à l'état E'$_2$ il émet une radiation de longueur d'onde λ_2=568,8nm.

On donne : $h=6,62.10^{-34}$J.s, $c=3.10^{8}$m.s^{-1} et $e=1,6.10^{-19}$C.

3.2.1. En expliquant le raisonnement, calculer la différence d'énergie (E'$_3$-E'$_1$) en eV.

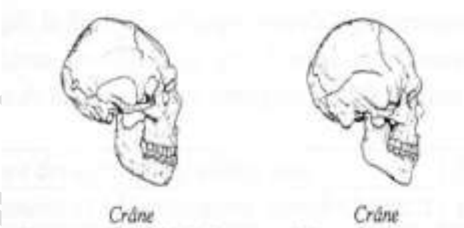
3.2.2. Lorsque l'atome de sodium est éclairé par un faisceau monochromatique de longueur d'onde λ convenable, il peut passer directement du niveau d'énergie E'$_1$ au niveau d'énergie E'$_3$. Exprimer λ en fonction de λ_1 et λ_2 et faire l'application numérique.

3.3. Une plaque photoémissive, de longueur d'onde seuil λ_o=570nm, est éclairée successivement par les radiations de longueurs d'onde λ_1, λ_2 et λ. Y a-t-il effet photoélectrique ? Si oui déterminer la vitesse d'extraction de l'électron. On donne la masse de l'électron $m=9,1.10^{-31}$kg.

EXERCICE 5 : *Datation au carbone 14*

Découvertes archéologiques

Lors de fouilles archéologiques, deux crânes presque intacts ont été retrouvés proches l'un de l'autre. l'un, pratiquement complet, apparenté au genre HOMO, de l'espèce SAPIENS NEANDERTHALENSIS et l'autre, apparenté au genre HOMO de l'espèce SAPIENS SAPIENS.
On sait que ces deux espèces d'hominidés ont habité en Europe entre –60 000 ans et –30 000 ans mais la découverte de ces deux individus, dans un tel état de conservation, est exceptionnelle.


Crâne Homo sapiens neanderthalensis — Crâne Homo sapiens sapiens

De plus les deux fossiles sont séparés d'à peine deux mètres de distance, mais il est possible que des glissements de terrain (ou des travaux d'aménagement) les aient rapprochés par hasard. Les spécialistes s'interrogent : ces deux individus se sont-ils réellement rencontrés.

D'après un article de revue scientifique

Il semble que les deux hommes aient bien vécu au même endroit. Y étaient-ils en même temps ? Pour répondre à cette question, on utilise la méthode de datation au carbone 14.

1- *Formation du carbone 14*

Dans la nature, le carbone existe principalement sous forme de carbone 12 ($^{12}_{6}C$). Il existe aussi sous la forme d'un isotope instable : le carbone 14 ($^{14}_{6}C$)
Dans la haute atmosphère, un neutron formé par l'action de rayons cosmiques bombarde un noyau d'azote 14 ($^{14}_{7}N$) qui se transforme en carbone 14 ($^{14}_{6}C$) avec émission d'une autre particule.

1.1. Ecrire l'équation de la réaction nucléaire correspondant à la formation du carbone 14 dans la haute atmosphère.
Préciser les lois de conservation permettant d'établir l'équation de formation du carbone 14.

1.2. Identifier l'autre particule émise.

2- *Désintégration du carbone 14*

2.1. Ecrire l'équation de désintégration de type β^- du carbone 14.

2.2. Donner la définition de la demi-vie T (ou période radioactive) d'un nucléide.

2.3. A partir de la courbe traduisant l'évolution du nombre de noyaux radioactifs en fonction du temps (voir ci-dessous), déterminer la valeur de la demi-vie radioactive T du carbone 14.

2.4. L'expression traduisant la représentation graphique de la question 2-3 est :
$N(t) = N_o.e^{-\lambda t}$ où λ est appelée constante radioactive du nucléide et N_o est le nombre de noyaux radioactifs initialement présents dans l'échantillon.

2.4.1. Etablir la relation entre la demi-vie T et la constante radioactive λ.

2.4.2. Montrer que la constante radioactive a pour valeur $\lambda = 1,24.10^{-4}$ ans^{-1}.

3- *Application à la datation*

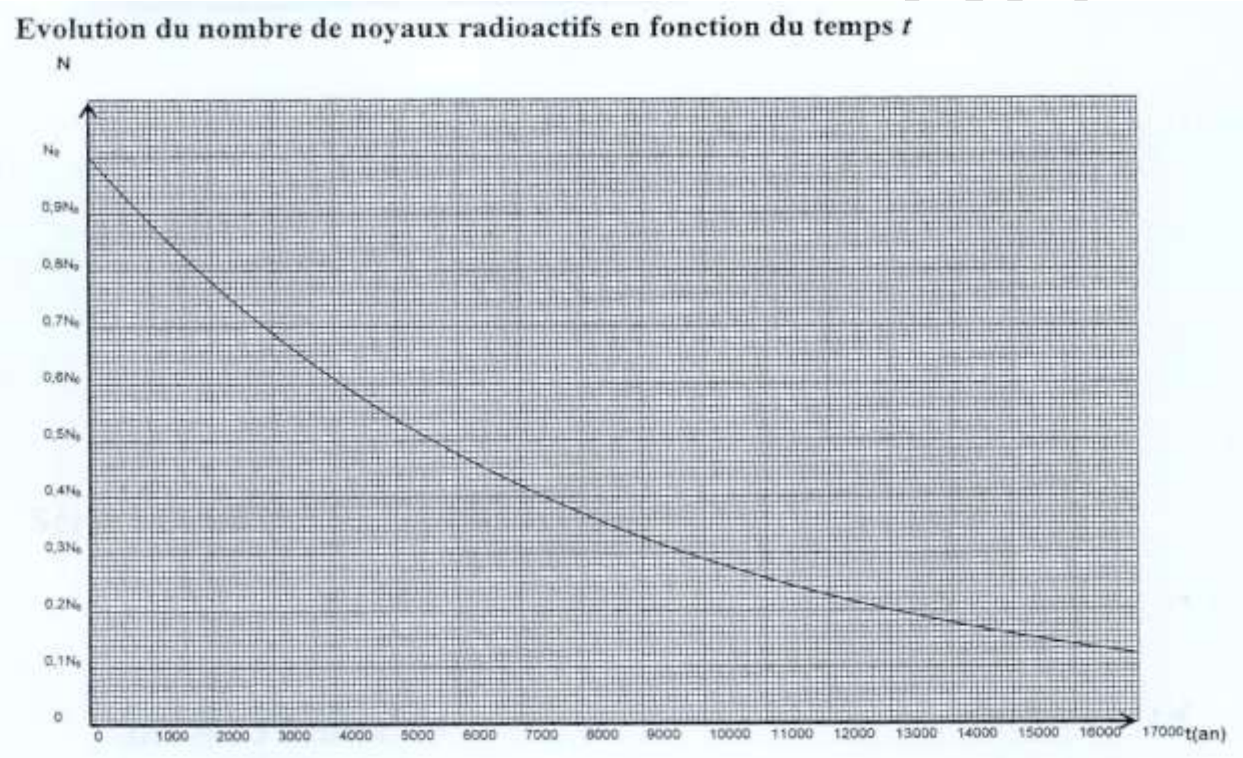
Tant que la matière est vivante, les échanges de l'organisme animal ou végétal impliquant le dioxyde de carbone atmosphérique font que le rapport des nombres de noyaux respectivement de carbone 14 et de carbone 12, $N({}^{14}_{6}C)\,/\,N({}^{12}_{6}C)$ reste constant.
A la mort de l'être vivant, la fin de ces échanges entraîne la décroissance de ce rapport.
Les résultats de l'analyse des ossements de l'Homme de Néandertal et de l'Homo Sapiens Sapiens par la méthode du carbone 14 sont consignés dans le tableau suivant :

Nature des échantillons sélectionnés	N/N_o
Ossements de l'Homo Sapiens Néanderthalensis	$1{,}17.10^{-2}$
Ossements de l'Homo Sapiens Sapiens	$1{,}87.10^{-2}$

L'âge des ossements de l'Homo Sapiens Sapiens est estimé à 32,1 milliers d'années.

3.1. Calculer l'âge des ossements l'Homo Sapiens Néanderthalensis.

3.2. Répondre à la question posée par les archéologues : « Ces deux spécimens Homos Sapiens ont-ils pu se rencontrer ? ».



DEVOIRS ET COMPOSITIONS

DEVOIR COMMUN N°1 DE SCIENCES PHYSIQUES
PREMIER SEMESTRE – 28 NOVEMBRE 2016
DUREE : 04 HEURES

NB : *Il sera tenu compte du soin et de la présentation de la copie. Seules les calculatrices réglementaires sont autorisées.*

Exercice1 : (04 points)

Un composé organique A de masse molaire M = 88 g/mol contient en masse environ :

%C = 68,2 ; %H = 13,6 ; %O = 18,2.

1-1. Déterminer les masses approximatives de carbone, d'hydrogène et d'oxygènes contenus dans une mole du composé A. En déduire la formule brute de A. **(01,25points)**

1-2. Le composé A est un alcool à chaîne ramifiée. Ecrire les cinq formules semi-développées possibles pour A. On nommera les différents isomères ainsi trouvés.

(01,25 points)

1-3. on fait subir à A une oxydation ménagée avec une solution de dichromate de potassium en milieu acide qui conduit à un composé B. B réagit avec la D.N.P.H pour donner un précipité jaune. Pourquoi cette seule expérience ne permet-elle pas de déterminer sans ambiguïté la formule semi-développée de A **? (0,5 point)**

1-4. le composé B ne réagit pas avec la liqueur de Fehling. Montrer que cette constatation permet de lever l'ambiguïté précédente. Donner les formules semi-développées des corps A et B et écrire l'équation bilan d'oxydoréduction de A en B (en utilisant les formules semi- brutes) ; les couples d'oxydoréductions sont B/A et $Cr_2O_7^{2-}$ / Cr^{3+} **(01 points)**

Exercice *2:* (04 points)

Pour déterminer la formule brute d'une amine saturée, on en prélève une masse égale à 1,80 g que l'on dissout dans un volume d'eau contenue dans un bécher.

On effectue un dosage conductimétrique de cette solution : on ajoute, au moyen d'une burette graduée, une solution d'acide chlorhydrique de concentration c = 0,50 mol/ L ; la courbe de dosage indique que l'équivalence correspond à une addition de 61,0 mL de la solution acide . **2.1.** Quelle quantité de matière d'amine a-t-on ainsi dosée ? En déduire la formule brute de l'amine étudiée. **(*01 point*)**

2.2. Donner la (ou les) formules semi-développée(s) possible(s) pour cette amine . Nommer les isomères obtenus. **(*1,5 points*)**

2.3. Ecrire l'équation –bilan de la réaction de l'amine tertiaire avec l'eau. De quel type de réaction s'agit-il? Nommer le produit organique obtenu. **(*1 point*)**

2.4. On laisse tomber trois gouttes de BBT dans la solution d'amine. Quelle couleur observe-t-on? Quelle propriété chimique des amines cette coloration met-elle en évidence? **(*01point*)**

Données **: M(H) = 1g/mol ; M(C) = 12g/mol ; M(N) = 14 g/mol.**

Exercice 3 : (04 points)

Un mobile M supposé ponctuel, est assujetti à se déplacer sur une droite (x'x). Son accélération est constante.

A l'instant t_1 = 2s, il se trouve au point d'abscisse x_1 = 5cm et est animé d'une vitesse v_1 = 4 cm.s^{-1}.

A l'instant t_2 = 5s, M se trouve au point d'abscisse x_2 = 35cm et sa vitesse vaut v_2 = 16 cm.s^{-1}.

3-1. Déterminer l'accélération du mouvement, la vitesse et l'abscisse à l'instant initial(t=0s). Ecrire l'équation horaire du mouvement**.(01,5 points)**

3-2. Déterminer l'instant où le mobile change de sens. Quelle est alors sa position ?**(0,5 point)**

3-3. Un deuxième mobile M' se déplace au même instant que le mobile M sur la même droite (x'x), décrit un mouvement uniforme. Aux instants t_1 = 2s et t_2 = 5s, il se trouve respectivement aux points d'abscisses x'_1 = 71cm et x'_2 = 57,5cm. Déterminer l'équation horaire du mouvement de M'**.(01 point)**

3-4. À quel instant les mobiles se croisent-ils ? **(01point)**

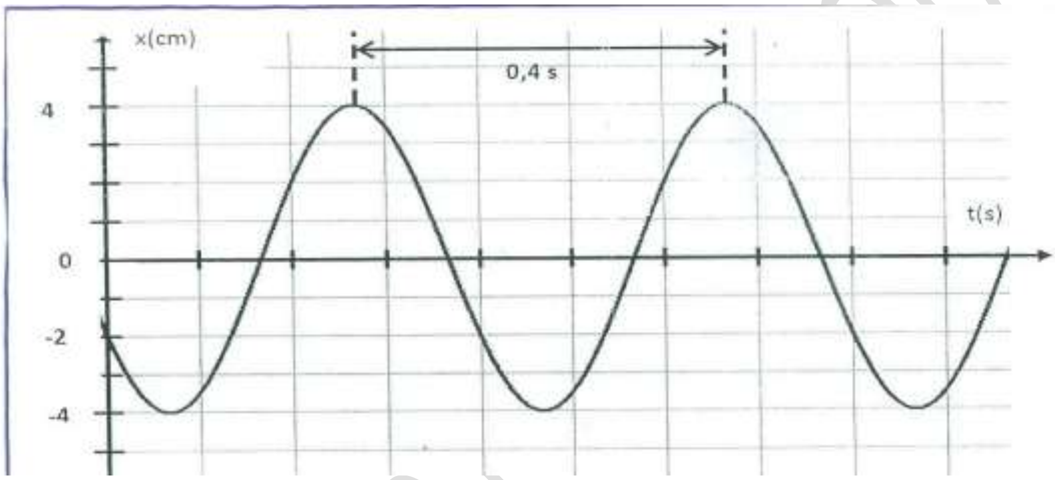
Exercice 4: (03points)

Un mobile M est animé d'un mouvement circulaire uniforme de vitesse angulaire $\omega = 4\, rad/s$, sur une trajectoire de rayon R= 2 m et de centre O .

4-1. Donner l'équation horaire de l'abscisse angulaire θ **(0,5point)**
En supposant qu'à l'instant t = 0, $\theta = 0$.
4-2. En déduire les valeurs
4-2-1. du module v du vecteur vitesse du mobile ; **(0,5 point)**
4-2-2. du module a du vecteur accélération ; **(0,5 point)**
4-2-3 de la période de révolution et de la fréquence. **(0,5 point)**
4-3. En prenant un repère orthonormé $(o, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$ tel que l'axe OX passe par la position de M à t = 0,
4-3-1. Donner les coordonnées x, y du point M dans ce repère à l'instant t. **(0,5 point)**
4-3-2.En déduire l'expression du vecteur vitesse $\vec{v}$ et du vecteur accélération $\vec{a}$ dans la base $(\vec{\imath}, \vec{\jmath})$. **(0,5 point)**

Exercice : 5 (05 points)

Un solide supposé ponctuel est attaché à un ressort à l'instant t=0s ; le solide est ramené au point d'abscisse x_o ; on lui communique une vitesse $\overrightarrow{V_0}$ et on l'abandonne à lui-même, il effectue donc un mouvement rectiligne sinusoïdal dont l'enregistrement est donné par la figure suivante.



1) a) En exploitant l'enregistrement déterminer :
- la pulsation du mouvement ω ; **(0,5 point)**
- l'élongation initiale x_o ; **(0,5 point)**
- l'amplitude X_m ; **(0,25 point)**
- la phase initiale φ **(0,5 point)**

b) En déduire la loi horaire x= f(t). **(0,5 point)**

2) a) Déterminer l'expression de la vitesse en fonction du temps. **(0,5 point)**

b) En déduire la valeur algébrique de la vitesse initiale $\overrightarrow{V_0}$. **(0,5 point)**

3) A l'instant $t_1 > 0$; le mobile repasse pour la première fois par la position d'abscisse x_o dans le sens négatif.

a) Déterminer graphiquement t_1. **(0,5 point)**

b) Retrouver t_1 par le calcul. **(0,75 point)**

4) déterminer la valeur algébrique de la vitesse du solide lors de son passage par la position d'abscisse x=2cm. **(0,5 point)**

F I N DE S U J E T

DEVOIR N°1 DU PREMIER SEMESTRE 2017-2018 : 02 heures

EXERCICE 1: (08pts). **Les parties I et II sont indépendantes**

I. On considère quatre alcools isomères de formule brute $C_4H_{10}O$.

1.1. Donner les quatre formules semi-développées, les noms et les classes de ces isomères. **(01pt)**

1.2. Chacun de ces alcools est contenu dans un flacon numéroté, on désire pour chaque flacon reconnaître la classe de l'alcool qu'il contient. On ajoute sur chacun des alcools le dichromate de potassium ($2K^+$; $Cr_2O_7^{2-}$) en défaut en milieu acide. Certains résultats des expériences sont consignés dans le tableau suivant.

N° du flacon	Couleur du mélange			Classe de l'alcool
	Alcool + $K_2Cr_2O_7$ + acide	Distillat + D.N.P.H	Distillat + réactif de Schiff	
1	Devient vert	Jaune	Rose	
2	Reste orangé	Pas de coloration	Pas de coloration	
3		Jaune	Rose	
4		Jaune	Pas de coloration	

1.2.1 Remplir les cases vides de ce tableau. **(01,5pt)**

1.2.2 Ecrire l'équation symbolique de la réaction d'oxydation ménagée de l'alcool du flacon **N°4**. **(0,5pt)**

1.2.3 Ecrire les demi-équations de la réaction d'oxydoréduction de l'alcool du flacon **N°4** avec le dichromate de potassium. En déduire l'équation-bilan de l'oxydation ménagée. **(01pt)**

1.3 On réalise la combustion complète de **3,7 g** de l'un de ces alcools avec un excès de dioxygène.

1.3.1 Ecrire l'équation de la réaction. **(0,5pt)**

1.3.2 Quelle est la quantité de matière de l'alcool qui a réagi ? **(0,5pt)**

1.3.3 Quelle est la quantité de matière de dioxygène nécessaire ? Calculer son volume. **(01pt)**

II. On verse progressivement une solution d'acide chlorhydrique, de molarité **0,1 M**, dans **100 mL** d'une solution d'éthylamine en présence d'un indicateur coloré convenable. Le virage de l'indicateur se produit quand on à versé **80 mL** de la solution acide.

2.1 Ecrire l'équation de la réaction entre l'éthylamine et l'acide chlorhydrique en solution. **(0,5pt)**

2.2 Déterminer la concentration molaire de la solution d'éthylamine. **(01pt)**

2.3 On évapore la solution obtenue à sec. Quels sont le nom et la masse du résidu solide ? **(0,5pt)**

NB : l'ion dichromate (**$Cr_2O_7^{2-}$**) est caractérisé par une coloration orange et l'ion chrome III (Cr^{3+}) par une coloration verte. Dans les conditions de l'expérience le volume molaire vaut 24 L/mol.

Exercice 2 : Les parties I et II sont indépendantes. (06,5 points).

I. Sur un axe, un point mobile M est repéré par son abscisse $x(t) = -4t^2 + 6,4t$

1.1) Quelles sont les coordonnées du vecteur vitesse, du vecteur accélération ? **(0,5pt)**

1..2) Quelle est la vitesse initiale (t= 0) ? **(0,5 pt)**

1.3) Déterminer les intervalles de temps durant lesquels le mouvement est accéléré ou retardé. **(01pt)**

II. Un mobile est animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal de période T = 0,2s. A la date t = 0 il passe par l'origine de l'axe avec une vitesse de valeur algébrique $0,4\pi$ $m.s^{-1}$.

2-1 Déterminer l'amplitude du mouvement. **(0,5 pt)**

2-2 Ecrire l'équation horaire du mouvement du mobile. **(01pt)**

2-3 A quelle date le mobile passe-t-il pour la première fois (après t = 0) par l'élongation -2 cm en allant dans le sens positif ? Trouver la vitesse et l'accélération du mobile à cet instant. **(01,5 pt)**

2-4 Le mouvement est-il accéléré ou décéléré à cet instant ? **(0,5pt)**

2-5- A quelles dates l'accélération est-elle maximale ? **(01pt)**

Exercice 3 : (05,5 points)

Le plan est rapporté à un repère orthonormé (O ; $\vec{i}$; $\vec{j}$). Les coordonnées x et y d'un point M mobile dans le plan (O,$\vec{i}$, $\vec{j}$) varient avec le temps suivant : $x = 2\cos(5t)$ et $y = 2\sin(5t)$ **; en mètre(m).**

3.1. Déterminer la nature de la trajectoire. **(01 pt)**

3.2. Déterminer les composantes du vecteur vitesse $\vec{v}$. **(01pt)**

3.3. Déterminer l'expression de la vitesse $\frac{ds}{dt}$ ainsi que de l'abscisse curviligne *s* du point M à l'instant t, en prenant comme condition initiale $s = 0$ quand $t = 0$. ***(01pt)***

3.4. Déterminer les composantes normale et tangentielle de l'accélération dans un repère de Frénet. **(01pt)**

3.5. En déduire le rayon de courbure de la trajectoire. **(0,5pt)**

3.6 La trajectoire reste la même, mais maintenant le point M subit une accélération angulaire :

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = \ddot{\theta} = 0{,}2 \ rad/s^2.$$

3.6.1 A quelle date le point M atteint-il une vitesse de *10 m/s*, sachant qu'il est parti du repos. **(0,5pt)**

3.6.2 Quelle distance a-t-il alors parcouru ? **(0,5 pt)**

BONNE CHANCE !!!

DEVOIR N°2 DU PREMIER SEMESTRE : 4 HEURES

EXERCICE 1 : $(\mathbf{04,5}\ \boldsymbol{points})$

L'hydrolyse d'un ester **E** donne deux composes **A** et **B** .La combustion de **0,1mol** de **A** de formule $C_xH_YO_2$ a necessite de **6,4g** de dioxygène et produit **8,8 g** de dioxyde de carbone et de l'eau

1.1. Ecrire l'équation bilan de la réaction de combustion $(\mathbf{0,25}\ \boldsymbol{point})$

1.2. Déterminer la formule brute de A $(\mathbf{0,5}\ \boldsymbol{point})$

1.3. Quelle est la fonction chimique de A $(\mathbf{0,25}\ \boldsymbol{point})$

1.4. La formule brute de A est $C_2H_4O_2$, écrire sa formule semi-développée et donner son nom $(\mathbf{0,5}\ \boldsymbol{point})$

1.5. L'oxydation de **B** par le dichromate de potassium en milieu acide donne le propanone, écrire la formule semi développée de **B** et donner son nom $(\mathbf{0,5}\boldsymbol{point})$

1.6. En déduire la formule semi-développée de **E** et donner son nom $(\mathbf{0,25}\ \boldsymbol{point})$

1.7. On fait réagir **0,1mol** de **A** et **0,1mol** de **B**, après réaction il reste **0,02mol** de **A**

1.7.1. Donner le nom de la réaction et préciser ces caractéristiques $(\mathbf{0,25}\ \boldsymbol{point})$

1.7.2. Ecrire l'équation-bilan de la réaction et déterminer la composition du mélange à l'équilibre $(\mathbf{01}\ \boldsymbol{point})$

1.8. Le compose **E** peut être obtenu par action de **B** sur un compose **C**

1.8.1. Le compose **C** est obtenu par action du compose **A** sur du chlorure de thionyle $\mathbf{SOCl_2}$, donner la fonction chimique de **C** écrire sa formule semi développée et donner son nom $(\mathbf{0,5}\boldsymbol{point})$

1.8.2. Ecrire l'équation bilan de la réaction entre **B** et **C** nommer cette réaction et donner ces caractéristiques $(\mathbf{0,5}\ \boldsymbol{point})$

EXERCICE 2 : $(\mathbf{03,5}\ \boldsymbol{points})$

Le paracétamol HO — C_6H_4 — NH — CO — CH_3, principe actif du "Doliprane", est un médicament largement utilisé. Il concurrence l'aspirine comme antipyrétique et analgésique bien qu'il n'ait pas de propriétés anti-inflammatoires et qu'il soit un moins bon antalgique. La synthèse du paracétamol se fait à partir de l'anhydride acétique et du para-aminophénol. La réaction produit en outre de l'acide acétique.

2.1) Quels groupes fonctionnels reconnaît-on dans le paracétamol ? $(\mathbf{0,5}\ \boldsymbol{point})$

2.2) Retrouver les formules semi-développées de l'acide carboxylique et du composé azoté dont il est issu. $(\mathbf{0,5}\ \boldsymbol{point})$

2.3) Pourquoi utilise-t-on de l'anhydride acétique plutôt que l'acide acétique pour synthétiser le paracétamol ? $(\mathbf{0,5}\ \boldsymbol{point})$

2.4) Ecrire l'équation-bilan correspondante en considérant que l'amine utilisée ne réagit pas avec l'acide formé au cours de la réaction. $(\mathbf{0,5}\ \boldsymbol{point})$

2.5) Le rendement de cette synthèse par rapport au para-aminophénol est égal à R = 79,7 %.

2.5.1 Déterminer la quantité de para-aminophénol nécessaire à la synthèse de m(P) = 3,00g de paracétamol, masse globale de principe actif contenue dans une boite de Doliprane pour enfant. $(\mathbf{0,5}\ \boldsymbol{point})$

5.2.2 Quel est le volume V minimal d'anhydride acétique qui est alors nécessaire ? $(\mathbf{0,5}\ \boldsymbol{point})$

2.6) Quelle réaction supplémentaire pourrait-on prévoir entre le paracétamol et l'anhydride acétique ?
En fait, dans les conditions expérimentales utilisées, cette réaction n'a pas lieu. $(\mathbf{0,5}\ \boldsymbol{point})$

Données : densité de l'anhydride acétique d = 1,08 ; masse volumique de l'eau : ρ(eau) = 1,00 $g.mL^{-1}$; masses molaires atomiques en g/mol : M(C) = 12 ; M(H) = 1 ; M(O) = 16 ; M(N) = 14.

EXERCICE 3 : $(\mathbf{04,5}\ \boldsymbol{points})$

Une bille ponctuelle de masse m est abandonnée sans vitesse initiale en A. Elle glisse alors sur une piste ABCDO représentée par la **figure 1** ci-dessous :

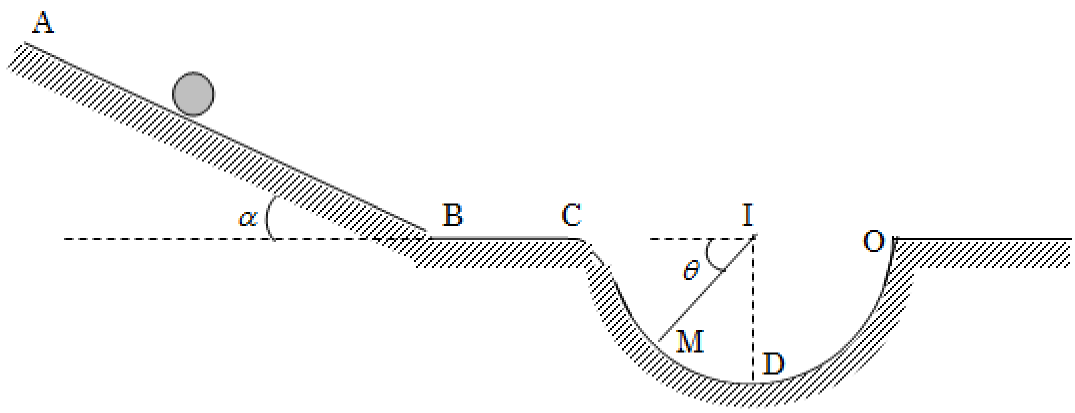


Figure 1

On donne : m = 100 g ; g = 9,8 m.s^{-2} ; α = 25° ; f = 0,2 N ; AB = L = 2 m ; r = 20 cm ; BC = L' = 1 m.

1. Lors du parcours ABC, la bille est soumise à des frottements représentés par une force unique $\vec{f}$, opposée au vecteur vitesse et de valeur *f*.

1.1)- Déterminer l'accélération a_1 de la bille au cours de son mouvement sur le trajet AB. En déduire la nature du mouvement $(\mathbf{0,5\ \textit{point}})$

1.2)- Calculer sa vitesse v_B à son arrivée au point B. $(\mathbf{0,25\ \textit{point}})$

1.3)- Calculer son accélération a_2 au cours du déplacement BC. En déduire la nature du mouvement $(\mathbf{0,5\ \textit{point}})$

1.4)- Exprimer sa vitesse v_C à son arrivée en C en fonction de g, α, L, f, L' et m. Faire l'application numérique. $(\mathbf{0,5\ \textit{point}})$

1.5)- Etablir les équations horaires du mouvement $x_1(t)$ sur le trajet AB puis $x_2(t)$ sur le trajet BC. En déduire le temps mis par la bille pour arriver en C. $(\mathbf{075\ \textit{point}})$

2. Lors du parcours CDO, les frottements sont supposés négligeables.

2-1. Établir l'expression de la vitesse de la bille lorsqu'il passe par M en fonction de g, v_C, θ et r. $(\mathbf{0,5\ \textit{point}})$

2-2. Etablir l'intensité de la réaction R de la piste lorsque la bille passe au point M en fonction de g, v_C, θ et r. $(\mathbf{0,5\ \textit{point}})$

2-3. En déduire la valeur de la vitesse V et l'intensité de la réaction R de la piste aux points D et O. $(\mathbf{01\ \textit{point}})$

EXERCICE 4 : On donne : charge élémentaire **e = 1,6.10^{-19}C et 1u = 1,67.10^{-27}Kg.** $(\mathbf{04,5\ \textit{points}})$

Des ions $^{10}B^+$ et $^{11}B^+$ pénètrent en O_1 entre deux plaques verticales M et N entre lesquelles est appliquée une tension $\mathbf{U_0 = 2000V}$. La vitesse des ions en O_1 est supposée nulle.

4.1. Donner en justifiant le signe de la tension V_N-V_M ? préciser la nature du mouvement des ions entre M et N. $(\mathbf{0,5\ \textit{point}})$

4.2. Comparer les énergies cinétiques des deux ions ainsi que leur vitesse à leur arrivée en O. $(\mathbf{01\ \textit{point}})$

4.3. Les ions pénètrent ensuite en O entre deux plaques P et Q horizontales. La tension entre ces plaques est U= V_p-V_Q, la distance entre elle, est d et leur longueur est l.

4.3.1. Donner la direction et le sens du vecteur champ électrique $\vec{E}$ entre P et Q pour que les ions soient déviés vers le haut. Quel est alors le signe de la tension établie entre les plaques P et Q ?$(\mathbf{0,5\ \textit{point}})$

4.3.2. Etablir dans le repère (Ox, Oy), l'équation cartésienne de la trajectoire d'un ion à l'intérieur de l'espace champ électrique**.** $(\mathbf{0,5\ \textit{point}})$

4.3.3. Déterminer les coordonnées du point S, point de sortie des ions du champ. $(\mathbf{0,5\ \textit{point}})$

4.3.4. Quelle est la nature du mouvement des ions entre la sortie du champ et l'écran ? $(\mathbf{0,5\ \textit{point}})$

4.3.5. Déterminer l'équation de leur trajectoire ($\mathbf{0,25}$ ***point***)

4.3.6. Déterminer les positions des points d'impact des ions sur l'écran. ($\mathbf{0,5}$ ***point***)

4.4. Ce dispositif permet-il de séparer les isotopes du bore ? justifier. ($\mathbf{0,25}$ ***point***)

On donne : l = 1 cm ; d = 4 cm ; D = 40 cm et $|U| = 5000V$

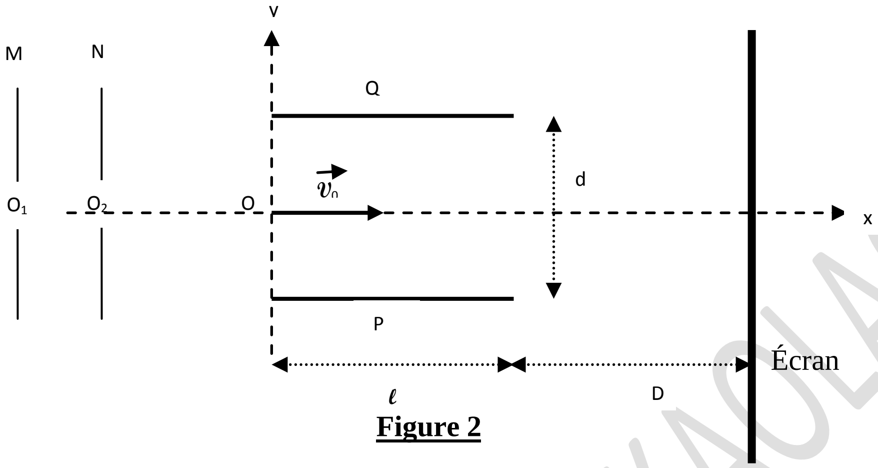


Figure 2

EXERCICE 5 : Données : R = 120cm et g = 10N/kg. **(03 points)**

Une fronde est constituée d'un fil inextensible retenant un projectile (M) de masse m = 100g, supposé ponctuel **(figure 3)**. Elle est maniée par le lanceur de façon à lui faire décrire un cercle vertical de centre Ω et de rayon R, à la vitesse angulaire constante. Soit $\theta = \widehat{A\Omega M}$

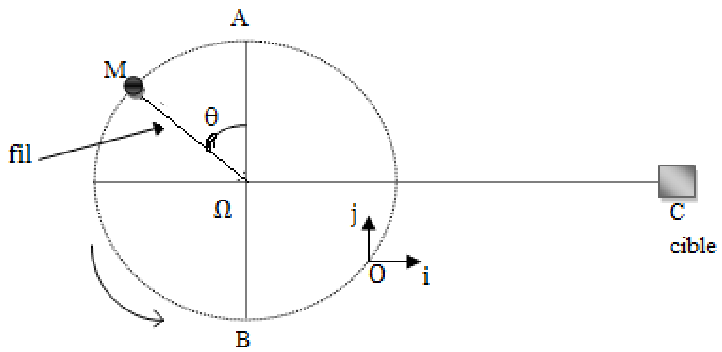
5.1. Déterminer la tension T du fil aux points A et B, sachant que la fronde tourne à la vitesse angulaire constante ω = **10,5 rad/s.** ($\mathbf{01}$ ***point***)

5.2. Le lanceur lâche brusquement le projectile, qui se détache du fil au moment où celui-ci passe par le point O. le fil fait alors un angle $\beta = 60°$ par rapport à la verticale.

5.2.1 Déterminer la vitesse du projectile au point O en m/s. ($\mathbf{0,5}$ ***point***)

5.2.2. Établir l'équation de la trajectoire du projectile dans le repère $(O,\vec{i},\vec{j})$ ($\mathbf{01}$ ***point***)

5.2.3. Une cible ponctuelle se trouve à une distance d = ΩC = 14,37m, située dans le même plan horizontal que le point Ω. La cible sera-elle atteinte par le projectile. ($\mathbf{0,5}$ ***point***)



PROPOSITION DEVOIR N°2 DU PREMIER SEMESTRE : 4 HEURES

EXERCICE 1 : $(04,75\ points)$

L'hydrolyse d'un ester **E** donne deux composes **A** et **B** .La combustion de **0,1mol** de **A** de formule $C_xH_YO_2$ a necessite de **6,4g** de dioxygène et produit **8,8 g** de dioxyde de carbone et de l'eau

1.9. Ecrire l'équation bilan de la réaction de combustion $(0,25\ point)$

1.10. Déterminer la formule brute de A $(0,5\ point)$

1.11. Quelle est la fonction chimique de A $(0,25\ point)$

1.12. La formule brute de A est $C_2H_4O_2$, écrire sa formule semi développée et donner son nom $(0,25\ point)$

1.13. L'oxydation de **B** par le dichromate de potassium en milieu acide donne le propanone, écrire la formule semi développée de **B** et donner son nom $(0,5point)$

1.14. En déduire la formule semi développée de **E** et donner son nom $(0,25\ point)$

1.15. On fait réagir **0,1mol** de **A** et **0,1mol** de **B**, après réaction il reste **0,02mol** de **A**

1.15.1. Donner le nom de la réaction et pressier ces caractéristiques $(0,5\ point)$

1.15.2. Ecrire l'équation bilan de la réaction et déterminer la composition du mélange à l'équilibre $(01,25\ point)$

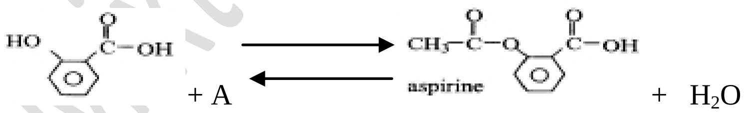
1.16. Le compose **E** peut être obtenu par action de **B** sur un compose **C**

1.16.1. Le compose **C** est obtenu par action du compose **A** sur du chlorure de thionyle **SOC**l_2, donner la fonction chimique de **C** écrire sa formule semi développée et donner son nom $(0,5point)$

1.16.2. Ecrire l'équation bilan de la réaction entre **B** et **C** nommer cette réaction et donner ces caractéristiques $(0,5\ point)$

EXERCICE 2 : $(03,25\ points)$

En 1853, Gerhardt réussi la synthèse de l'acide acétylsalicylique. La dernière étape de cette synthèse est la réaction entre l'acide salicylique et un composé A. le composé organique A peut par ailleurs être obtenu par une oxydation ménagée d'un alcool par un excès de permanganate de potassium en milieu acide. A ne donne pas de test positif avec la DNPH. L'équation de la réaction est :



2.1. Quel nom donne-t-on à cette réaction ? Préciser la signification de la double flèche et indiquer en quoi cela peut être un inconvénient lors de la fabrication industrielle de l'acide acétylsalicylique. $(01\ point)$

2.2. .Quelle est la formule semi-développée du composé organique A ? En déduire le nom de l'alcool pouvant donné A par oxydation ménagée. $(01\ point)$

2.3. En 1897, Hoffmann met au point dans les laboratoires de la firme Bayer un nouveau procédé d'obtention de l'acide acétylsalicylique commercialisé en 1899 sous le nom d'aspirine. Il remplace le composé organique A par l'anhydride éthanoïque.

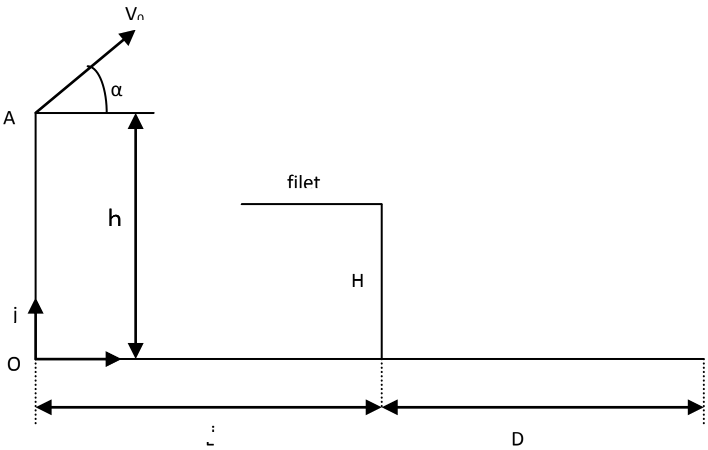
2.3.1. Ecrire en utilisant les formules semi-développées, l'équation-bilan de la réaction réalisée par Hoffmann. $(0,75\ point)$

2.3.2. Quel(s) intérêt(s) présente cette réaction de Hoffmann par rapport à celle de Gerhardt. $(0,5\ point)$

EXERCICE 3 : $(04,5\ points)$

Dans tout l'exercice, on assimilera la balle à un point matériel. On prendra **g =10m/s²**.

Au volley-ball, le joueur qui effectue le service frappe la balle à la hauteur h du sol et à la distance L du filet (voir figure).



La hauteur du filet est **H = 2,43m**. La ligne de fond du camp adverse est à **D = 9,00m** du filet. Pour que le service soit bon, il faut que la balle passe au dessus du filet et touche le sol dans le camp adverse entre le filet et la ligne de fond du camp. Pour simplifier, on supposera que la trajectoire de la balle est située dans le plan de la figure (orthogonal au filet) et on négligera la résistance de l'air.

Dans cet exercice, nous allons étudier le service. Pour cela, le joueur saute verticalement et frappe la balle en A pour lequel **h = 3,50m et L = 12,0m**. La vitesse initiale de la balle $\vec{V}_0$ fait un angle avec l'horizontale de mesure **α = 7° ; V_0 = 18,0m/s.**

3.1. Donner l'expression du vecteur-accélération du centre d'inertie de la balle. $(\mathbf{01}\ \boldsymbol{point})$

3.2. Etablir les expressions des équations paramétriques du vecteur-vitesse et du vecteur-position dans le repère $(O,\vec{i},\vec{j})$. En déduire l'expression de l'équation cartésienne de la trajectoire et préciser sa nature. On prendra l'origine des temps au moment de frappe de la balle en A. $(\mathbf{01}\ \boldsymbol{point})$

3.3. La balle passe-t-elle au dessus du filet ? justifier votre réponse par un calcul. Si oui, a quel instant la balle passe-t-elle au dessus du filet. $(\mathbf{01}\ \boldsymbol{point})$

3.4. Dans le cas où la balle passe au dessus du filet, elle touche le sol en un point P si elle n'est pas interceptée.

3.4.1. A quel instant touche-t-elle le sol si elle n'est pas interceptée ? $(\mathbf{0,5}\ \boldsymbol{point})$

3.4.2. Donner les caractéristiques (direction et norme) du vecteur-vitesse au point P. (on calculera l'angle β que fait ce vecteur avec la verticale descendante). $(\mathbf{0,5}\ \boldsymbol{point})$

3.5. Le service est-il bon ? (justifier votre réponse par un calcul). Si oui, a quelle distance de la ligne de fond se trouve le ballon **?** $(\mathbf{0,5}\boldsymbol{point})$

EXERCICE 4 : On donne : charge élémentaire **e = 1,6.10^{-19}C et 1u = 1,67.10^{-27}Kg.**$(\mathbf{04,5}\ \boldsymbol{points})$

Des ions $^{10}B^{+}$ et $^{11}B^{+}$ pénètrent en O_1 entre deux plaques verticales M et N entre lesquelles est appliquée une tension **U_0 = 2000V**. La vitesse des ions en O_1 est supposée nulle.

4.5. Donner en justifiant le signe de la tension V_N-V_M ? préciser la nature du mouvement des ions entre M et N. $(\mathbf{0,5}\ \boldsymbol{point})$

4.6. Comparer les énergies cinétiques des deux ions ainsi que leur vitesse à leur arrivée en O. $(\mathbf{01}\ \boldsymbol{point})$

4.7. Les ions pénètrent ensuite en O entre deux plaques P et Q horizontales. La tension entre ces plaques est U= V_p-V_Q, la distance entre elle, est d et leur longueur est l.

4.7.1. Donner la direction et le sens du vecteur champ électrique $\vec{E}$ entre P et Q pour que les ions soient déviés vers le haut. Quel est alors le signe de la tension établie entre les plaques P et Q ?$(\mathbf{0,5}\ \boldsymbol{point})$

4.7.2. Etablir dans le repère (Ox, Oy), l'équation cartésienne de la trajectoire d'un ion à l'intérieur de l'espace champ électrique**.** $(\mathbf{0,5}\ \boldsymbol{point})$

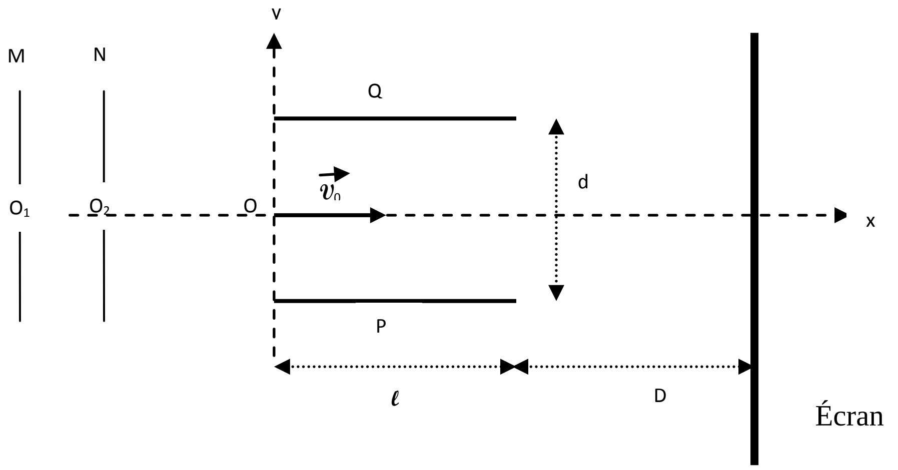
4.7.3. Déterminer les coordonnées du point S, point de sortie des ions du champ. $(\mathbf{0,5}\ \boldsymbol{point})$

4.7.4. Quelle est la nature du mouvement des ions entre la sortie du champ et l'écran ? $(\mathbf{0,5}\ \boldsymbol{point})$

4.7.5. Déterminer l'équation de leur trajectoire $(\mathbf{0,25}\ \boldsymbol{point})$

4.7.6. Déterminer les positions des points d'impact des ions sur l'écran. $(\mathbf{0,5}\ \boldsymbol{point})$

4.8. Ce dispositif permet-il de séparer les isotopes du bore ? justifier. $(\mathbf{0,25}\ \boldsymbol{point})$



<u>On donne</u> : l = 1 cm ; d = 4 cm ; D = 40 cm et $|U| = 5000V$

<u>EXERCICE 5 </u>: Données : R = 120cm et g = 10N/kg. **(03 points)**

Une fronde est constituée d'un fil inextensible retenant un projectile (M) de masse m = 100g, supposé ponctuel **(figure 3)**. Elle est maniée par le lanceur de façon à lui faire décrire un cercle vertical de centre Ω et de rayon R, à la vitesse angulaire constante. Soit θ = $\widehat{A\Omega M}$

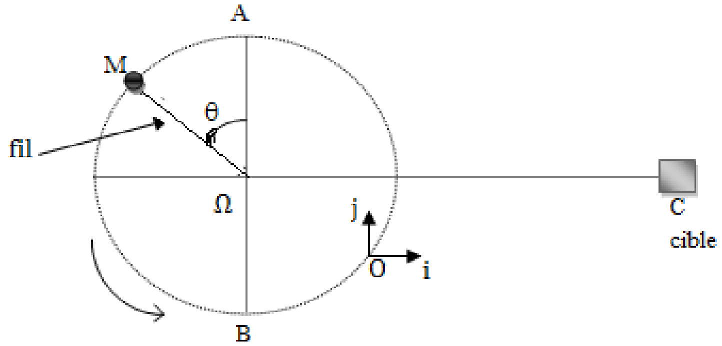
5.1. Déterminer la tension T du fil aux points A et B, sachant que la fronde tourne à la vitesse angulaire constante ω = **10,5 rad/s.** $(\mathbf{01}\ \boldsymbol{point})$

5.2. Le lanceur lâche brusquement le projectile, qui se détache du fil au moment où celui-ci passe par le point O. le fil fait alors un angle β = 60° par rapport à la verticale.

5.2.1 Déterminer la vitesse du projectile au point O en m/s. $(\mathbf{0,5}\ \boldsymbol{point})$

5.2.2. Établir l'équation de la trajectoire du projectile dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ $(\mathbf{01}\ \boldsymbol{point})$

5.2.3. Une cible ponctuelle se trouve à une distance d = ΩC = 14,37m, située dans le même plan horizontal que le point Ω. La cible sera-elle atteinte par le projectile. $(\mathbf{0,5}\ \boldsymbol{point})$



PROPOSITION COMPOSITION DU PREMIER SEMESTRE : 4heures

Exercice 1 : ($\mathbf{04}$***points***)

On dissout m = 3,74 g d'un acide carboxylique A à chaîne carbonée linéaire saturée dans de l'eau pure. La solution obtenue a un volume V = 1litre. On prélève un volume V_A = 10 cm^3 que l'on dose à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 5.10^{-2}$ $mol.L^{-1}$. L'équivalence est atteinte quand on à versé un volume V_B = 8,5 cm^3 de la solution d'hydroxyde de sodium.

1.8. Calculer la concentration C_A de la solution d'acide. ($\mathbf{0,25}$***point***)

1.9. En déduire la formule brute de l'acide A, sa formule semi développée et son nom. ($\mathbf{0,5}$***point***)

1.10. L'acide A est l'acide butanoique .On fait réagir A sur le penta chlorure de phosphore, on obtient un compose C. Donner la formule semi développée et le nom du composé C. Donner une autre méthode de préparation du compose C. ($\mathbf{0,5}$***point***)

1.11. On fait réagir sur A le déca oxyde de tétra phosphore, on obtient un compose D. Donner la formule semi développée et le nom du composé D. Le compose D peut il préparer à pâtir de A et C. Si oui écrire l'équation bilan de la réaction ($\mathbf{0,75}$ ***point***)

1.12. Le compose A peut être obtenue par l'oxydation du butan-1-ol par un excès d'une solution de permanganate de potassium acidifiée

1.12.1. Comment appelle- t- on cette oxydation ($\mathbf{0,25}$ ***point***)

1.12.2. Citer les deux couples d'oxydoréductions intervenant dans cette réaction et écrire les demi-équations électroniques ($\mathbf{0,75}$***point***)

1.12.3. Ecrire l'équation bilan de la réaction ($\mathbf{0,25}$ ***point***)

1.13. On fait réagir sur A le butan-1-ol, on obtient un compose E

1.13.1. . Donner la formule semi développée et le nom du composé E. ($\mathbf{0,25}$***point***)

1.13.2. Donner le nom de la réaction et préciser les caractéristiques de la réaction ($\mathbf{0,25}$ ***point***)

1.14. On réalise la saponification de 13 g de E par un excès de soude, on obtient un produit S avec un rendement de 90%.

1.14.1. Ecrire l'équation bilan de la réaction de saponification de A. ($\mathbf{0,25}$***point***)

1.14.2. Calculer la masse du produit S obtenue ($\mathbf{0,25}$ ***point***)

1.14.3. Quelles sont les caractéristiques de cette réaction ? ($\mathbf{0,25}$***point***)

Exercice 2 : ($\mathbf{04}$***points***)

On réalise, en présence d'un catalyseur, la réaction de décomposition du peroxyde d'hydrogène $\mathbf{H_2O_2}$ (eau oxygénée) en eau et gaz dioxygène.

L'expérience est réalisée à température constante. On considérera que le volume v de la solution de peroxyde d'hydrogène reste constant et que le volume molaire gazeux est V_m = 24,0L.mol^{-1}.

On utilise v = 10,0 mL de solution de peroxyde d'hydrogène de concentration c = $6,0.10^{-2}$$mol.L^{-1}$. On ajoute quelques gouttes du catalyseur et on note à divers instants t le volume V_{O2} du gaz dioxygène dégagé. Les résultats sont indiqués dans le tableau suivant :

t (min)	0	5	10	15	20	30
V_{O2} formé (mL)	0	1,56	2,74	3,65	4,42	5,26
$[H_2O_2]$ restant ($mol.L^{-1}$)	6.10^{-2}					

2.9. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de décomposition du peroxyde d'hydrogène.($\mathbf{0,25}$***point***)

2.10. Montrer que la concentration (exprimée en $mol.L^{-1}$) du peroxyde d'hydrogène restant est donnée par :

$$[H_2O_2]_{restant} = c - \frac{2V_{O2}}{v.V_m}.$$ ($\mathbf{0,5}$***point***)

2.11. Recopier et compléter le tableau. ($\mathbf{0,5}$***point***)

2.12. Tracer la courbe $[H_2O_2]_{restant}$ = f (t). **Echelles : 1cm → 2min ; 1cm → $0,4.10^{-2}$$mol.L^{-1}$.** ($\mathbf{0,75}$***point***).

2.13. Donner la définition de la vitesse moyenne de disparition entre les dates t_5 et t_{10} .Calculer cette vitesse entre t_{10} = 10mn et t_{20} =20 mn en $mol.L^{-1}.s^{-1}$ ($\mathbf{0,5}$***point***)

2.14. Donner la définition de la vitesse instantanée de disparition du peroxyde d'hydrogène. Calculer cette vitesse (exprimée en $mol.L^{-1}.min^{-1}$) aux dates t_0 = 0min et t_{25} = 25min. ($\mathbf{0,75}$***point***)

2.15. Déduire la vitesse instantanée de formation du d'oxygène à la date t_{25} = 25min. ($\mathbf{0,25}$ ***point***)

2.16. .Déduire de la courbe la date à laquelle le volume de gaz dioxygène est égal à 2,40 mL. $(\mathbf{0,25}\boldsymbol{point})$

2.17. Trace le même graphique, l'allure de la courbe obtenue lorsque l'expérience est réalisée à une température légèrement supérieure. $(\mathbf{0,25}\ \boldsymbol{point})$

Exercice 3 :$(\mathbf{04}\ \boldsymbol{points})$

DONNEES :

La terre et la Lune sont considérées comme des corps sphériques homogènes.

$G = 6{,}67.10^{-11}$ S.I

Masse de la terre : $M_T = 6.10^{24}$kg ; Rayon de la terre : $R_T = 6400$km

Masse de la Lune : $M_L = 7{,}34.10^{22}$kg ; Rayon de la Lune : $R_L = 1740$km

Distance terre-Lune : $D = 384.10^3$km.

3.1. A partir de la loi de l'attraction universelle, établir l'expression de l'intensité du champ de gravitation lunaire $\overrightarrow{G}$ en fonction de G, M_L, R_L et h. $(\mathbf{0,5}\boldsymbol{point})$

3.2. Calculer l'intensité du champ de gravitation créé par la Lune à sa surface. $(\mathbf{0,25}\boldsymbol{point})$

3.3. Calculer la force de gravitation qu'exerce la Lune sur la terre. $(\mathbf{0,25}\boldsymbol{point})$

3.4. Quel point du segment joignant les centres de la Lune et de la terre la force de gravitation est-elle nulle ? $(\mathbf{0,25}\ \boldsymbol{point})$

3.5. Un satellite supposé ponctuel de masse $m = 10^3$kg décrit une orbite circulaire d'altitude $h = 800$ km.

3.5.1. Montrer que le mouvement du satellite est circulaire uniforme $(\mathbf{0,5}\boldsymbol{point})$

3.5.2. Calculer sa vitesse, sa période de révolution et son énergie cinétique. $(\mathbf{0,75}\ \boldsymbol{point})$

3.5.3. Démontrer que son énergie potentielle de gravitation vaut : $E_P = -\dfrac{GmM_T}{R_T + h}$ en prenant $E_P = 0$ à l'infini. $(\mathbf{0,5}\boldsymbol{point})$

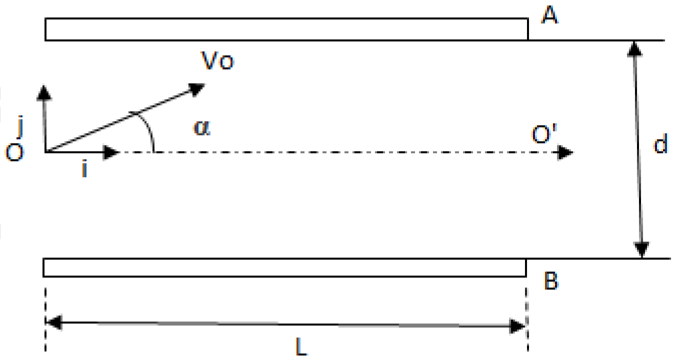
3.5.4. Calculer l'énergie mécanique du système. $(\mathbf{0,25}\boldsymbol{point})$

3.6. Exprimer la vitesse de libération d'un objet à la surface de la terre en fonction de M_T, R_T et G. Calculer sa valeur numérique. $(\mathbf{0,5}\boldsymbol{point})$

3.7. Qu'est-ce qu'un satellite géostationnaire ? Calculer son altitude. $(\mathbf{0,5}\boldsymbol{point})$

Exercice :4 : $(\mathbf{04}\boldsymbol{points})$

Entre les plaques d'un condensateur (figure) espacées de d, pénètre en O, à égale distance des plaques une particule de masse m et de charge q .La vitesse initiale $\overrightarrow{V_0}$, dans le plan $(0,\vec{\imath},\vec{\jmath})$, fait un angle α avec le vecteur unitaire $\vec{\imath}$



4.1. La tension $U = V_A - V_B$ est positive .Représenter le vecteur champ électrique$\vec{E}$. $(\mathbf{0,25}\ \boldsymbol{point})$

4.2. On néglige le poids de la particule devant la force électrostatique .Représenter le vecteur accélération de la particule en un point de la trajectoire dans chacun des cas $q > 0$ *et* $q < 0$ $(\mathbf{0,5}\boldsymbol{point})$

4 .3. Les équations horaires de la trajectoire sont définies par la relation vectorielle :

$$\overrightarrow{\boldsymbol{OM}} = \boldsymbol{t} \times \overrightarrow{\boldsymbol{V_0}} + \frac{\boldsymbol{qt^2}}{\boldsymbol{2m}} \times \vec{\boldsymbol{E}}$$

4.3.1. Par projection de la relation vectorielle dans le repère, établir les équations horaires $x(t), y(t)$ *et* $z(t)$ $(\mathbf{0,75}\ \boldsymbol{point})$

4.3.2. Exprimer l'équation cartésienne de la trajectoire en fonction de q, E et α $(\mathbf{0,5}\boldsymbol{point})$

4.3.3. Représenter approximativement la trajectoire de la particule pour $q > 0$ *et* $q < 0$ $(\mathbf{0,5}\boldsymbol{point})$

4.3.4. On suppose $q > 0$

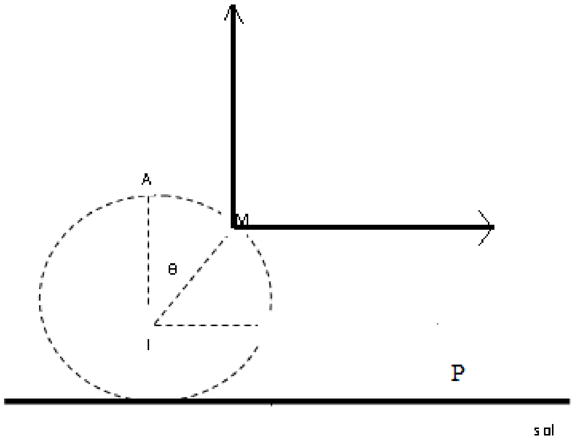
a) Quelle doit être la longueur L des plaques et la distance minimale d pour que la particule ressorte en O' ($\mathbf{01}\boldsymbol{point}$)

b) On veut que la particule ressorte dans le champ électrique en un point S Déterminer l'ordonner y_S de sortie du champ électrique et ainsi que le temps t_S correspondant ($\mathbf{0,5}\boldsymbol{point}$)

On donne $\boldsymbol{\alpha = 60°}$ et $\boldsymbol{V_0 = 10^7 m/s}$ et E=$\mathbf{10^4}$ V/m q=+2e ; e= 1,6 .$\mathbf{10^{-19}}$C

<u>Exercice 5 :</u> ($\mathbf{04}\boldsymbol{points}$)

<u>**5.1.**</u> Un point matériel S de masse m=10g lâché en A sans vitesse initiale glisse sans frottement sur une gouttière sphérique de rayon r et de centre I. sa position le long de la gouttière est repérée par l'angle $\theta = (\vec{I}A, \vec{I}M)$. L'origine de l'énergie potentielle est choisie en A.



<u>**5.1.1.**</u> Déterminer les altitudes des points A et M dans le repère (Ox,Oz)($\mathbf{0,5}\boldsymbol{point}$)

<u>**5.1.2.**</u> En appliquant la conservation de l'énergie mécanique entre les point A et M exprimer la vitesse du point M en fonction de g, r et θ.($\mathbf{0,5}\boldsymbol{point}$)

<u>**5.1.3.**</u> Etablir l'expression de la réaction de la gouttière sur le point matériel en M.($\mathbf{01}\boldsymbol{point}$)

<u>**5.1.4.**</u> Pour quelle valeur de θ la réaction est-elle maximale ?($\mathbf{0,25}\boldsymbol{point}$)

<u>**5.2.**</u> Le point matériel quitte la gouttière en O.

<u>**5.2.1.**</u> Déterminer l'angle pour lequel le contact est rompu.($\mathbf{0,5}\boldsymbol{point}$)

<u>**5.2.2.**</u> Donner les caractéristiques du vecteur -vitesse de S en O.($\mathbf{0,25}\ \boldsymbol{point}$)

<u>**5.2.3.**</u> Quelle est la nature du mouvement ultérieur de S au delà du point O ?($\mathbf{0,25}\boldsymbol{point}$)

<u>**5.2.4.**</u> Etablir l'équation de la trajectoire de S dans le repère (Ox, Oz).($\mathbf{0,5}\boldsymbol{point}$)

<u>**5.2.5.**</u> Déterminer l'abscisse du point d'impact de S sur le sol en P.($\mathbf{0,25}\boldsymbol{point}$)

On donne : g = 10m.s^{-2} ; r = 1,0m.

BONNE CHANCE !!!

COMPOSITION DU PREMIER SEMESTRE : 4 HEURES

Exercice1 : (4points)

Un ester A a pour formule brute :$C_7H_{14}O_2$

1.1. L'hydrolyse de cet ester donne de l'acide éthanoïque et un produit B.

L'oxydation ménagée de B par un excès de solution de dichromate de potassium en milieu acide conduit à la formation d'un acide carboxylique C.

1.1.1. Donner la formule brute de B. **0,25pt**

1.1.2. Donner les formules semi-développées correspondantes de B. **0,5pt**

1.2. Lors de l'hydratation du 3-méthyl but-1-ène, B est obtenu comme produit minoritaire à côté du produit majoritaire D.

1.2.1. Ecrire l'équation de la réaction d'hydratation de l'alcène. (on utilisera les formules semi-développée) **0,25pt**

1.2.2. Quelle est la formule semi-développée de B et celle de C ainsi que leur nom ? **0,5pt**

1.2.3. En déduire la formule semi-développée et le nom de l'ester A. **0,5pt**

1.3. Pour obtenir l'ester A de départ, diverses méthodes sont possibles : on peut faire réagir sur B, au choix, 3 réactifs différents.**0,5pt**

Ecrire une des équations des réactions d'obtention de l'ester A et donner le nom du réactif utilisé.

1.4. Une masse m = 26g de l'acide carboxylique C réagit avec l'aniline ou phénylamine .Le produit obtenu chauffé se déshydrate pour donner un produit E. Le rendement de la réaction est de 80%.

1.4.1. Ecrire les équations des réactions.**0,5pt**

1.4.2. Donner la formule semi-développée de E,sa fonction chimique ainsi que son nom.**0,75pt**

1.4.3. Calculer la masse du composé E.**0,25pt**

Exercice 2 : (4pts)

A l'instant de date t = 0, on mélange un volume V_1 = 0.5L d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_1 = 2.0\ 10^{-2}$mol/L avec un volume V_2 = 0.5L d'une solution d'éthanoate d'éthyle de concentration $C_2 = 2.0\ 10^{-2}$mol/L. Parmi les produits qui se forment il y a l'éthanol.

2.1.Ecrire l'équation bilan de la réaction. **0,5pt**

2.2. Calculer la concentration de l'hydroxyde de sodium dans le mélange à l'instant t = 0. **0,5pt**

2.3.a. Par dosage acido-basique, on détermine la concentration de l'hydroxyde de sodium restant à l'instant de date t. Montrer qu'on peut en déduire la concentration de l'éthanol au même instant. **0,5pt**

2.3.b Sachant qu'à t = 15mn la concentration de l'hydroxyde de sodium restant est de $0.73\ 10^{-2}$mol/L, calculer la valeur de la concentration de l'éthanol à cette date. **0,5pt**

2.4. On donne les valeurs de la concentration de l'éthanol à chaque instant :

t(min)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
$[c_2H_5OH]$ ($10^{-2}mol.L^{-1}$	0.11	0.20		0.33	0.38	0.43	0.47	0.50	0.53	0.56	0.58

Echelle : $1cm \rightarrow 5min$
$2cm \rightarrow 10^{-3}cm$

2.4.1.a. Tracer la courbe $[C_2H_5OH]$ en fonction du temps. **0,5pt**

2.4.1.b. Calculer la vitesse de formation de l'éthanol à l'instant t = 0mn puis à t = 30mn. **0,5pt**

2.4.1.c. Comment évolue la vitesse ? Expliquer cette évolution. **0,5pt**

2.5. Quelle concentration d'éthanol obtient-on à l'infini ? **0,25pt**

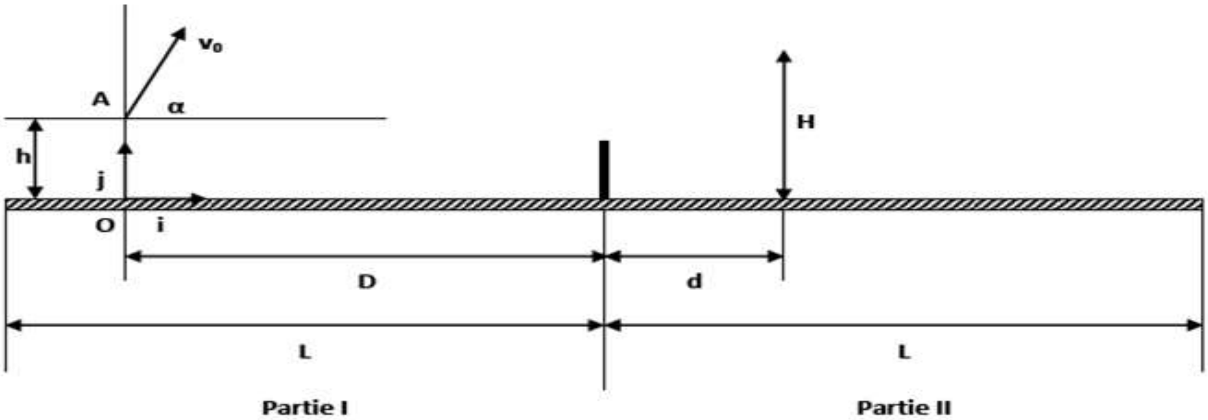
2.6. On réalise l'expérience en utilisant une température supérieure à celle précédente, donner l'allure de la courbe qu'on obtiendrait sur le même graphe. **0,25pt**

Exercice 3: 4pts

Hommage à Roger Fédérer

Roger Fédérer, situé au fond du court de tennis dans la partie I, tente de lober Rafael Nadal (en faisant passer la balle au dessus de ce dernier) se trouvant en face à une distance d=2,00m derrière le filet dans la partie II du court. Pour cela, il frappe la balle lorsqu'elle se trouve au point A à une distance D=9,00m du filet et à une hauteur h=0,50m au dessus du sol.

La balle alors avec une vitesse inclinée d'un angle de 60° avec l'horizontale dans un plan vertical perpendiculaire au filet de valeur $v_0=15m.s^{-1}$. On prend $g=9,8m.s^{-2}$



La figure proposée illustre la situation mais n'est pas à l'échelle. Dans tout l'exercice, on posera les hypothèses de simplification suivantes :

- La balle est assimilable à un point matériel G
- Les frottements aérodynamiques sont négligeables
- La surface de jeu est parfaitement horizontale

3.1 Etablir, dans le repère (O, i, j) proposé, les équations horaires x(t) et y(t) de la trajectoire de la balle après le choc avec la raquette. En déduire l'équation littérale y(x) de la trajectoire. **1,5 pts**

3.2 En utilisant les données numériques du texte, ecrire l'équation y(x). Elle sera utilisée pour résoudre la suite de l'exercice. **0,5 Pt**

3.3 Nadal, lobé, saute en tenant sa raquette verticalement à bout de bras de telle sorte que le sommet de sa raquette se trouve à une hauteur H=3,50m du sol. Peut-il intercepter la balle avec sa raquette? **0,75 Pt**

3.4 La balle retombe-t-elle dans la surface de jeu, la ligne de fond de court étant à la distance L=12m du filet? Autrement dit, le lobe est-il réussi? **0,75 Pt**

3.5 La balle atteint le plan du court avec une vitesse V_B. déterminer les carctéristiques de V_B (norme et direction). **0,5 Pt**

<u>Exercice 4 : (</u>4pts)

Dans tout l'exercice, le mouvement des protons a lieu dans le vide et on néglige leur poids devant la force électrique.

Des protons sont émis en C avec une vitesse quasiment nulle puis accélérés entre C et D des plaques P_1 et P_2.

<u>1-</u>Préciser le signe de la tension $U_{CD} = V_C - V_D$ pour que les protons soient accélérés. Justifier la réponse. **0,25pt**

<u>2-</u>On posera pour la suite $|U_{CD}| = U$.

<u>2-1-</u>Exprimer la vitesse v_D d'un proton en D en fonction de U, e et m_P. **0,5pt**

<u>2-2-</u>Calculer v_D. **0,25pt**

<u>3-</u>Après la traversée de la plaque P_2 en D, les protons pénètrent en O entre deux plaques parallèles P_3 et P_4 de longueur l et distantes de d. La tension U' appliquée à ces plaques crée un champ électrique uniforme$\vec{E}$. On donne **l = 20cm** et **d = 7cm**.

<u>3-1-</u>Montrer que l'énergie cinétique d'un proton se conserve entre D et O. **0,5pt**

<u>3-2-</u>Etablir dans le repère (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$) les équations horaires du mouvement d'un proton dans la région limitée par les plaques P_3 et P_4.**0,5pt**

<u>3-3-</u>Vérifier que l'équation de la trajectoire peut s'écrire : $y = -\frac{U'}{4dU}x^2$. **0,25pt**

<u>3-4-</u>Déterminer la condition à laquelle doit satisfaire la tension U' pour que les protons sortent du champ électrique $\vec{E}$ sans heurter la plaque P_4. **0,5pt**

<u>3-5-</u>Déterminer U' pour que les protons sortent du champ en passant par le point S de coordonnées **$(l\ ;\ -\frac{d}{5})$. 0,5pt**

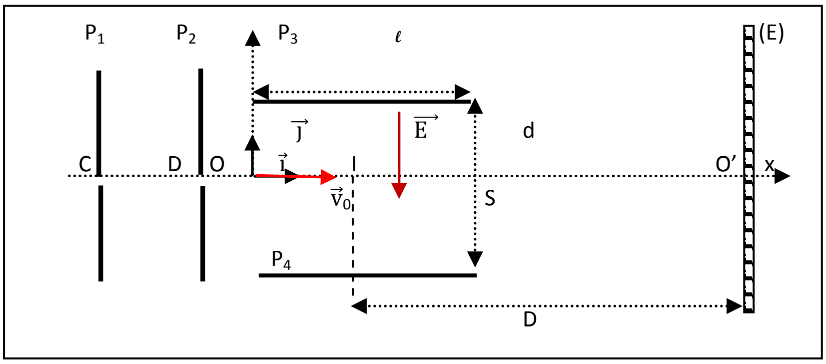
<u>4- </u>A la sortie du champ électrique par le point S, les protons sont reçus en un point J sur un écran fluorescent (E) placé perpendiculairement à l'axe OX.

<u>4-1-</u> Quelle est la nature de la trajectoire d'un proton entre les points S et J ? Justifier. **0,25pt**

<u>4-2-</u> Etablir l'expression littérale de la déflexion électrique $\overline{O'J}$ du spot sur l'écran (E). **0,25pt**

<u>4-3-</u> Calculer$\overline{O'J}$. **0,25pt**

Données : **L = 20cm**; **U = 1kV**; masse d'un proton **m_P = 1,67.10^{-27}kg** ; la charge élémentaire **e = 1,6.10^{-19}C**



<u>Exercice 5</u> : (4points)

On donne :

- ✓ Masse de la terre : $M_T = 5,97\ 10^{24}$ Kg
- ✓ Rayon de la terre : $R_T = 6370$ Km
- ✓ Masse du satellite : m = 650 Kg
- ✓ Constante de gravitation $G = 6,67\ 10^{-11}\ N.m^2.Kg^{-2}$

SPOT est un satellite de télédétection. Il évolue à l'altitude h= 832 Km sur une trajectoire circulaire contenue dans un plan passant par l'axe des pôles de la terre. Un tel satellite est appelé satellite à défilement.

3.1. Montrer que le mouvement du satellite est uniforme. Donner alors l'expression de sa vitesse V en fonction de G, M_T, R_T et h. Faire l'application numérique. **(0,5 pt)**

3.2. Etablir l'expression de la période de révolution du satellite SPOT en fonction de G, M_T, R_T , et h. **(0,25 Point)**

3.2. Calculer l'angle de rotation de la terre pendant une révolution du satellite. **(0,5 pt)**

3.3. Dans le champ de gravitation terrestre l'énergie potentielle du satellite est donnée par :

$$Ep = -\frac{GMm}{r} \quad \text{Avec } r = R_T + h$$

3.3.1. Où a-t-on choisi la référence de l'énergie potentielle de gravitation ? Justifier. **(0,25 pt)**

3.3.2. Exprimer l'énergie mécanique du satellite en fonction de G, m, R_T et h puis en fonction de m et V, vitesse du satellite. **(0,5 pt)**

3.3.2. Calculer l'énergie mécanique du satellite à l'altitude h. **0,25 pt)**

3.4. Le satellite SPOT est équipé d'un moteur permettant de corriger sa trajectoire.

3.4.1. En utilisant les expressions établies au (**3.3.2.**) montrer que pour de petites variations d'altitudes correspondantes a une petite variation de vitesse :

$$\Delta E_m = \frac{GM_T m}{2(R_T + h)^2}\Delta h \text{ et } -\Delta E_m = m \times V \times \Delta V \qquad \textbf{0,75 pt}$$

3.4.2. Exprimer la variation d'altitude Δh et la variation de vitesse ΔV en fonction de la variation d'énergie mécanique ΔE_m. Calculer ces variations pour ΔE_m = 5MJ. On prendra h= 832 Km et on utilisera les valeurs numériques trouvées précédemment pour V et E_m. **1 pt**

DEVOIR N°1 DU DEUXIEME SEMESTRE : 4 HEURES

EXERCICE 1 : $(\mathbf{03,75}\ \boldsymbol{points})$

1.1) L'acide nitrique HNO_3 est un acide fort. On dispose d'une solution commerciale d'acide nitrique titrant en masse 65% en masse, de densité d = 1,4.

1.1.1) Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide nitrique avec l'eau. **(0,25pt)**

1.1.2) Indiquer comment préparer à partir de la solution commerciale, un litre d'une solution S_A d'acide nitrique de concentration $C_a = 0,20\ mol.L^{-1}$. **(0,5pt)**

1.1.3) Faire l'inventaire des espèces ioniques présentent en solution et calculer la concentration molaire de chaque ion. Vérifier que la solution est électriquement neutre. **(0,5pt)**

1.1.4) Quel est le pH de la solution S_A ainsi préparée ? **(0,25pt)**

1.2) A 200mL de la solution S_A, on ajoute 300mL d'une solution d'acide sulfurique (H_2SO_4) de pH = 2.

1.2.1) Déterminer le pH du mélange. **(0,25pt)**

1.2.2) Montrer que la solution obtenue est électriquement neutre. **(0,5pt)**

1.3) On dispose d'une solution S_B d'hydroxyde de calcium, dibase forte, obtenue par dissolution d'une masse $m_B = 0,74g$ dans 500mL d'eau distillée.

1.3.1) Ecrire l'équation-bilan de la réaction de dissolution de l'hydroxyde de calcium dans l'eau. **(0,25pt)**

1.3.2) Quel est le pH de la solution S_B ? **(0,25pt)**

1.3.3) Quel volume de la solution S_B faut-il ajouter à 10mL de la solution S_A afin d'obtenir une solution de pH = 7 ? **(0,25pt)**

1.4) Soient deux échantillons S_1 et S_2 de la solution S_A d'égal volume V = 10mL. On mélange chacune par la solution S_B ; on ajoute 50mL de S_B dans S_1 et 150mL de S_B dans S_2.

1.4.1) Ecrire l'équation-bilan de la réaction **(0,25pt)**

1.4.2) Déterminer le pH de chacune des solutions obtenues **(0,5pt)**

On donne : $M(HNO_3) = 63\ g.mol^{-1}$, $M(Ca(OH)_2) = 74\ g.mol^{-1}$, $\rho eau = 1000 g.L^{-1}$, $Ke = 10^{-14}$

EXERCICE 2 : $(\mathbf{04,25}\ \boldsymbol{points})$

Dans un bécher contenant $V_B = 20\ cm^3$ d'une solution de dihydroxyde de magnésium ($Mg(OH)_2$) de molarité C_B inconnue, on verse à l'aide d'une burette, une solution aqueuse centimolaire d'un monoacide fort HA. On mesure le pH en fonction du volume V_A d'acide versé. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

$V_A(cm^3)$	0	2	3	4	5	6	7	8	9	9,5	9,9	10	10,1	10,5	11	12	13	14
pH	11,7	11,55	11,5	11,4	11,3	11,2	11,0	10,85	10,55	10,2	9,5	7,0	4,5	3,8	3,5	3,2	3,0	2,9

Le dihydroxyde de magnésium est une base forte.

2.1) Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre les solutions de l'acide HA et de la base utilisée. **(0,25pt)**

2.2) Calculer C_B à partir de la valeur du pH de la solution initiale de base ($V_A = 0$). **(0,5pt)**

2.3) Tracer sur papier millimétré, la courbe de la variation du pH en fonction du volume V_A d'acide versé.**(0,5)**

Echelles : **Abscisse** : 1 cm pour 1 cm^3 ; **ordonnée** : 1 cm pour 1 unité de pH.

2.4) Déterminer les coordonnés du point équivalent E, en expliquant la méthode utilisée. En déduire une valeur approchée de la concentration C_B. Comparer cette valeur trouvée à celle trouvée en **(2.2).** **(0,5pt)**

2.5) Le mélange obtenu à l'équivalence est complètement déshydraté. Le composé X obtenu a une masse m = 7,4 mg.

2.5.1) Déterminer la masse molaire moléculaire de l'acide utilisé. **(0,5pt)**

2.5.2) Donner le nom de cet acide à partir du tableau suivant : **(0,25pt)**

Acides	Acide chlorhydrique (HCl)	Acide sulfurique (H_2SO_4)	Acide nitrique (HNO_3)
Masse molaire (g/mol)	36,50	98	63

2.6) Le dosage précédent peut-être suivi à l'aide d'un indicateur coloré :

Indicateurs	Valeurs du pH du zone de virage				
Hélianthine	rouge	3,1	orange	4,4	jaune
Bleu de bromothymol	jaune	6,0	vert	7,6	bleu
Phénolphtaléine	incolore	8,2	rose	10,0	rouge

Lequel des indicateurs colorés ci-dessus est approprié pour ce dosage ? On indiquera la raison. **(0,25pt)**

2.7) Calculer les molarités des différentes espèces chimiques présentes dans le mélange obtenu lorsqu'on verse les volumes suivantes d'acide :

2.7.1) $V_A = 5\ cm^3$ **(0,5pt)**

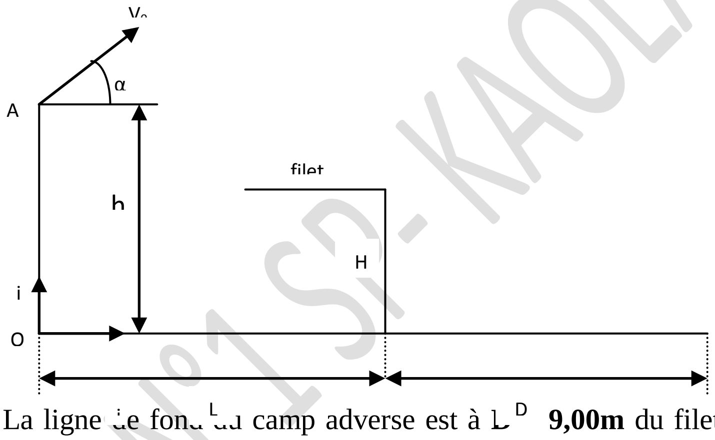
2.7.2) $V_A' = 11\ cm^3$ **(0,5pt)**

2.7.3) Dire les avantages et les inconvénients de chacun des deux types de dosage. **(0,5pt)**

On donne les malaires atomiques en g.mol^{-1} : Mg : 24 ; H : 1 ; Cl : 35,5 ; N : 14 ; O : 16 ; S : 32.

<u>EXERCICE 3</u> : Dans tout l'exercice, on assimilera la balle à un point matériel. **g =10m/s^2.** (**03** $\boldsymbol{points}$)

Au volley-ball, le joueur qui effectue le service frappe la balle à la hauteur h du sol et à la distance L du filet (voir figure).



La hauteur du filet est **H = 2,43m**. La ligne de fond du camp adverse est à D = **9,00m** du filet. Pour que le service soit bon, il faut que la balle passe au dessus du filet et touche le sol dans le camp adverse entre le filet et la ligne de fond du camp. Pour simplifier, on supposera que la trajectoire de la balle est située dans le plan de la figure (orthogonal au filet) et on négligera la résistance de l'air. Dans cet exercice, nous allons étudier le service. Pour cela, le joueur saute verticalement et frappe la balle en A pour lequel **h = 3,50m et L = 12,0m**. La vitesse initiale de la balle $\vec{V}_0$ fait un angle avec l'horizontale de mesure **α = 7° ; V_0 = 18,0m/s.**

<u>3.6.</u> Donner l'expression du vecteur-accélération du centre d'inertie de la balle. $(\mathbf{0,25}\ \boldsymbol{pt})$

<u>3.7.</u> Etablir les expressions des équations paramétriques du vecteur-vitesse et du vecteur-position dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$. En déduire l'expression de l'équation cartésienne de la trajectoire et préciser sa nature. On prendra l'origine des temps au moment de frappe de la balle en A. $(\mathbf{0,75}\ \boldsymbol{pt})$

<u>3.8.</u> La balle passe-t-elle au dessus du filet ? justifier votre réponse par un calcul. Si oui, a quel instant la balle passe-t-elle au dessus du filet. $(\mathbf{0,75}\ \boldsymbol{pt})$

<u>3.9.</u> Dans le cas où la balle passe au dessus du filet, elle touche le sol en un point P si elle n'est pas interceptée.

<u>3.9.1.</u> A quel instant touche-t-elle le sol si elle n'est pas interceptée ? $(\mathbf{0,25}\ \boldsymbol{pt})$

<u>3.9.2.</u> Donner les caractéristiques (direction et norme) du vecteur-vitesse au point P. (on calculera l'angle β que fait ce vecteur avec la verticale descendante). $(\mathbf{0,5}\ \boldsymbol{pt})$

<u>3.10.</u> Le service est-il bon ? Si oui, a quelle distance de la ligne de fond se trouve le ballon **?** $(\mathbf{0,5}\boldsymbol{pt})$

<u>EXERCICE 4</u> : Oscillations mécaniques libre amortie et non amortie. (04,5 points)

On donne k = 10N/m et m = 250g

Le mobile assimilé à son centre d'inertie G peut osciller horizontalement sur une tige parallèlement à l'axe Ox (**figure** On étudie son mouvement dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Le point O coïncide avec la position de G lorsque le ressort est au repos.

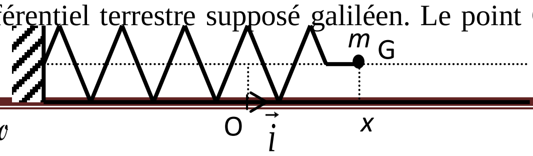


Figure 1

4.1) Dans un premier temps, on néglige les frottements du mobile sur son rail de guidage.

4.1.1 Faire l'inventaire des forces exercées sur le mobile. $(\mathbf{0,25}\boldsymbol{pt})$

4.1.2 Reproduire la **figure 1** sur la copie et représenter les différents vecteurs forces sans souci d'échelle. $(\mathbf{0,5}\boldsymbol{pt})$

4.1.3 En appliquant la seconde loi de Newton au mobile, établir l'équation différentielle du mouvement. $(\mathbf{0,5}\boldsymbol{pt})$

4.1.4 Vérifier que $x(t) = x_M\cos(\sqrt{\frac{k}{m}}t + \varphi)$ est solution de cette équation différentielle quelles que soient les valeurs des constantes x_M et φ. $(\mathbf{0,5}\boldsymbol{pt})$

4.1.5 Le mobile est écarté de sa position d'équilibre et lâché à l'instant t =0s, sans vitesse initiale, de la position x_0= 2,0 cm, et $x_M > 0$. Déterminer numériquement x_M et φ. Calculer la période propre T_0 du mouvement. $(\mathbf{0,25}\boldsymbol{pt})$

4.2) On suppose maintenant que les frottements ne sont plus négligeables et peuvent être modélisés par une force dont la valeur est proportionnelle à celle de la vitesse et dont le sens est opposé à celui du mouvement : $\vec{f} = -\mu.\vec{v}$ ($\mu > 0$). Un dispositif d'acquisition de données permet de connaître à chaque instant la position du mobile (**figure 2**).

Un logiciel de traitement fournit les courbes de variation, en fonction du temps, de l'énergie mécanique (E_m), de l'énergie cinétique (E_c) et de l'énergie potentielle élastique (E_p) du système solide-ressort (**figure 3**).

4.2.1 À l'aide de la **figure 2**, déterminer la pseudo-période T du mouvement. Comparer sa valeur à celle de la période propre calculée au **(4.1.5)**. $(\mathbf{0,5}\boldsymbol{pt})$

4.2.2 Identifier par leur lettre (A ou B) les courbes E_c(t) et E_p(t) de la **figure 3** en justifiant les réponses. $(\mathbf{0,5}\boldsymbol{pt})$

4.2.3 Pourquoi l'énergie mécanique du système diminue-t-elle au cours du temps ? $(\mathbf{0,25}\boldsymbol{pt})$

4.2.4 Sur **les figures 2 et 3** sont repérés deux instants particuliers notés t_1 et t_2. En utilisant **la figure 2** et en justifiant la réponse, indiquer auquel de ces instants la valeur de la vitesse du mobile est :

a) maximale ; **b)** nulle. $(\mathbf{0,5}\boldsymbol{pt})$

4.2.5 Que peut-on en conclure quant à la valeur de la force de frottement à chacun de ces instants ? $(\mathbf{0,5}\boldsymbol{point})$

4.2.6 Justifier alors la forme « en escalier » de la courbe E_m(t) de la **figure 3**. $(\mathbf{0,25}\boldsymbol{pt})$

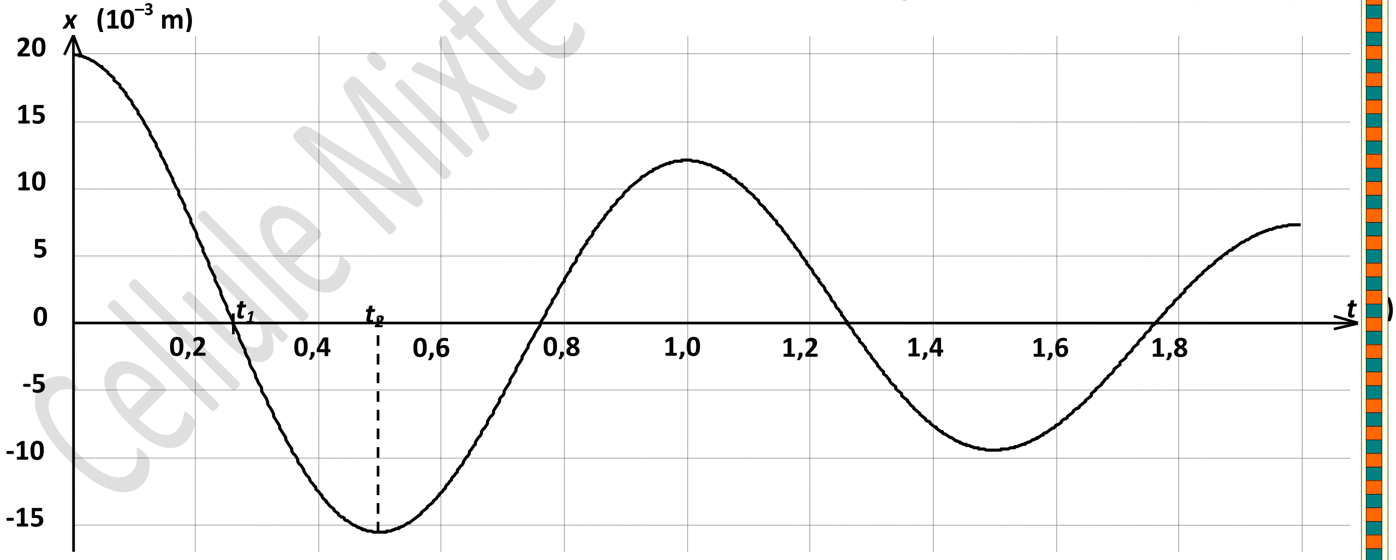


Figure 2

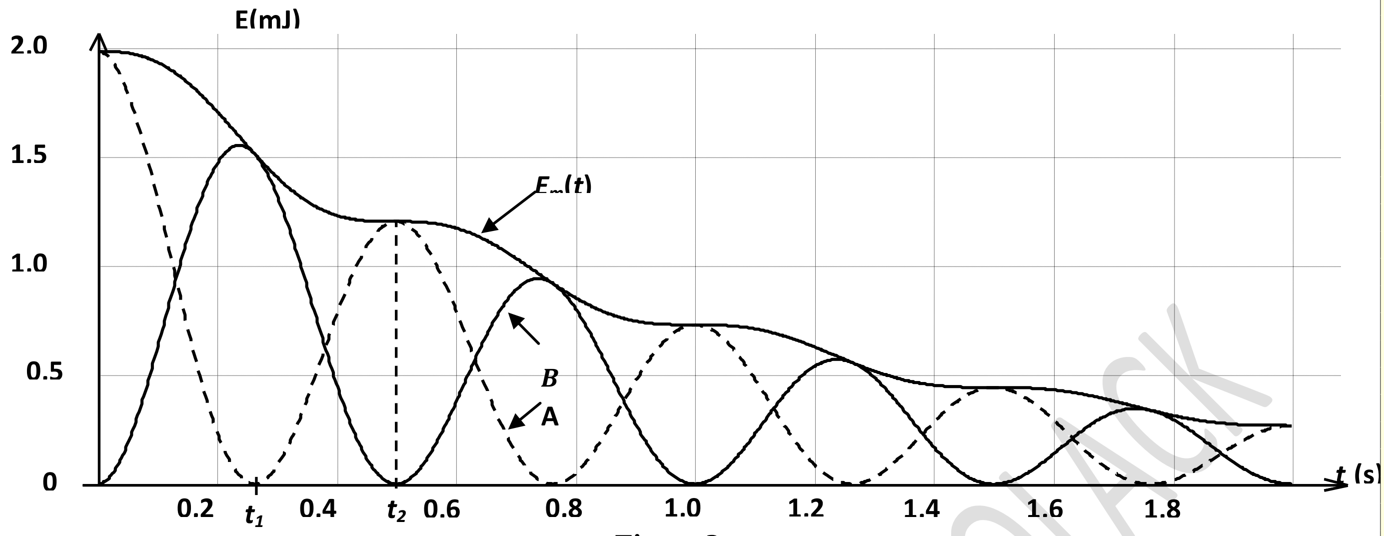


Figure 3

<u>EXERCICE 5</u> : Identification d'isotopes à partir d'un champ magnétique uniforme. (4,5pts)

On admettra que la masse d'un atome ${}^{A}_{Z}X$ est égale à $m_X = A.u$; avec u : unité de masse atomique.

Des particules de charge q et de masse m sont émises en un point S avec une vitesse négligeable. Devant S est placée une plaque métallique P percée d'un trou O **(figure 5.a).** L'ensemble est placé dans le vide. On néglige le poids des particules par rapport aux autres forces.

5.1. On établit entre S et P une tension $U_1 = V_S - V_P$. Donner l'expression de la vitesse v_0 des particules en O en fonction de q, m et U_1. **(0,25pt)**

5.2. Aux delà de P le champ électrostatique est nul et règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure. Dans quel plan se déplacent alors les particules ? Exprimer le rayon R de la trajectoire circulaire des particules en fonction de q, m, B et U_1. **(0,25pt)**

5.3. Les particules étudiées sont les isotopes du zinc, ${}^{68}_{30}Z_n{}^{2+}$ de masse m_1 et ${}^{70}_{30}Z_n{}^{2+}$ de masse m_2. On observe le point d'impact des ions ${}^{68}_{30}Z_n{}^{2+}$ au point M_1 tel que OM_1=20cm **(figure 5.a).** En déduire le sens de $\vec{B}$. **(0,25pt)**

5.4. Le point M_2 étant le point d'impact des ions ${}^{70}_{30}Z_n{}^{2+}$ sur P. Calculer OM_2. **(0,25pt)**

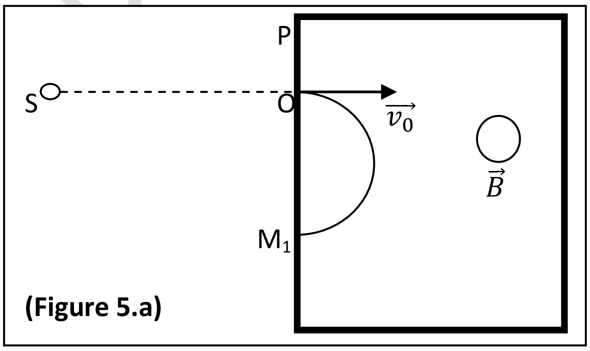
5.5. Pour identifier des ions désignés par A, D et C portant chacun une charge absolue e = $1,6.10^{-19}$C, on les introduit successivement en O avec les ions ${}^{68}_{30}Z_n{}^{2+}$. Les trajectoires observées sont représentées ci-contre **(figure 5.b).** Leurs rayons ont pour valeur : R_A = 7,47cm ; R_D = 10,15cm et R_C = 8,22cm.

5.5.1) Justifier le signe de la charge portée par chacun des ions. **(0,25pt)**

5.5.2) Déterminer en unité atomique, les masses m_A, m_D et m_C respectives des ions A, D et C. **(0,75pt)**

On donne : 1u = $1,67.10^{-27}$kg.

5.5.3) Dans la liste suivante, identifier (en justifiant) les ions A, D et C : ${}^{28}Si^{+}$; ${}^{25}_{12}Mg^{2+}$; ${}^{35}_{17}Cl^{-}$; ${}^{19}_{9}F^{-}$ **(0,75pt)**



(Figure 5.a)

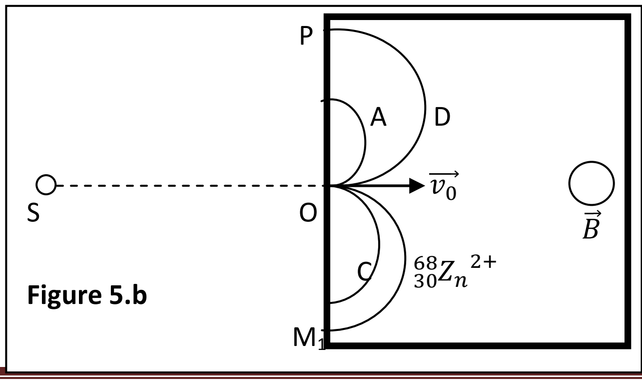


Figure 5.b

DEVOIR N°1 DE REMPLACEMENT DU DEUXIEME SEMESTRE : 4 HEURES

EXERCICE 1 : (04points)

La vitamine C est de l'acide ascorbique de formule $C_6H_8O_6$ que l'on considérera comme un monoacide. On dissout un comprimé contenant cette vitamine dans 100 cm^3 d'eau distillée. On prélève 50mL de cette solution A que l'on dose par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 3,00.10^{-1}$ mol/L. l'équivalence acido-basique est atteinte lorsqu'on à versé un volume $V_b = 4,75$ cm^3 de base. Seules les réactions acido-basiques seront prises en compte.

1.1 Calculer la concentration molaire de l'acide dans la solution A. **(0,25pt)**

1.2 Calculer la masse d'acide ascorbique dissoute dans la solution A. **(0,25pt)**

1.3 La mesure du pH de la solution A donne 2,8.

1.3.1 L'acide ascorbique est-il faible fort ? Justifier. Ecrire l'équation-bilan de sa réaction avec l'eau. **(0,5pt)**

1.3.2 Déterminer les concentrations molaires de toutes les espèces chimiques présentes dans la solution A. **(0,5pt)**

1.4 En déduire le K_A et le pK_A du couple acide-base. **(0,25pt)**

1.5 Tracer le diagramme de prédominance de ce couple. **(0,25pt)**

1.6 Calculer le pourcentage de molécules d'acide ionisées dans la solution A. Ce résultat est-il en accord avec votre réponse à la question **1.3.1)** ? Expliquer **(0,5pt)**

1.7 On mélange 20 ml de la solution A et 20 ml d'une solution d'éthylamine de concentration $3,00.10^{-2}$ mol/L.

1.7.1 Ecrire le couple dont l'éthylamine est la base conjuguée. Le pK_A de ce couple vaut 10,7. **(0,25pt)**

1.7.2 Tracer le diagramme de prédominance de couples acide-base mis en jeu. Ecrire l'équation bilan de la réaction qui a la plus grande constante de réaction. **(0,5pt)**

1.7.3 Cette réaction est-elle totale ? Justifier. **(0,25pt)**

1.7.4 Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques en solution. **(0,5pt)**

On donne : $M(C) = 12$ $g.mol^{-1}$; $M(H) = 1$ $g.mol^{-1}$; $M(O) = 16$ $g.mol^{-1}$

EXERCICE 2 : (04points)

Dans un bécher contenant un volume $V_a = 10$ cm^3 d'acide chlorhydrique (H_3O^+ ; Cl^-), on verse à l'aide d'une burette, une solution d'hydroxyde de sodium (Na^+ ; OH^-) de concentration 0,4 $g.L^{-1}$.

Le tableau ci-dessous indique pour différentes valeurs du volume de V_b de la solution de base versée, les valeurs correspondantes de pH.

V_b(mL)	0	2	4	6	8	9	9,4	9,8	10,2	10,4	10,6	11
pH	1,9	2	2,2	2,4	2,8	3,1	3,4	4,6	9,1	9,7	10	10,4

12	13	14	15
10,7	10,9	11	11,1

2.1 Proposer un schéma du dispositif permettant d'effectuer ce dosage. **(0,5pt)**

2.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui se produit au cours de ce dosage. **(0,25pt)**

3.2.1 Construire le graphique $pH = f(V_b)$ sur le papier millimétré de la page 5. **(0,5pt)**

Echelle : $\begin{cases} \textbf{en abscisse} : 1\ cm\ pour\ 1\ cm^3 \\ \textbf{en ordonnée} : 1\ cm\ pour\ 1\ unité\ de\ pH \end{cases}$

3.2.2) A l'aide du graphique obtenu, déterminer le point d'équivalence E, en expliquant la méthode utilisée. En déduire la concentration C_a en $mol.L^{-1}$ de la solution d'acide chlorhydrique utilisée. **(0,5pt)**

3.2.3) Quelle est la nature de la solution obtenue à l'équivalence ? **(0,25pt)**

2.3 Calculer les concentrations molaires volumiques des différentes espèces chimiques présentes dans la solution lorsqu'on à versé un volume $V_b = 3$ cm^3 puis $V_{b'} = 11$ cm^3 d'hydroxyde de sodium. **(0,75pt)**

2.4 Si on évaporait l'eau de la solution obtenue à l'équivalence, on obtiendrait un solide blanc. Quel est son nom ? Calculer sa masse. **(0,25pt)**

2.5 On dispose des trois indicateurs colorés suivants :

Indicateurs colorés	Valeurs du pH de la zone de virage				
Hélianthine	rouge	3,1	orange	4,4	jaune
Bleu de bromothymol (BBT)	jaune	6,0	vert	7,6	bleu
Phénolphtaléine	incolore	8,2	rose	10,0	rouge

2.5.1) Choisir en justifiant l'indicateur coloré le plus indiqué par ce dosage. **(0,25pt)**

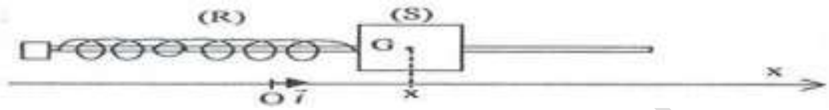
2.5.2) Comment serait repéré le volume équivalant ? **(0,25pt)**

2.6 Dire les avantages et les inconvénients de chacun des deux types de dosage. **(0,5pt)**

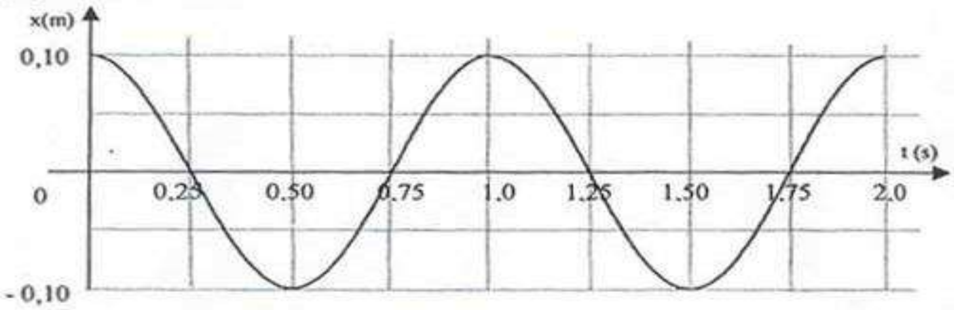
<u>EXERCICE 3</u> : (04 points)

<u>PARTIE I : oscillation libre non amortie</u>

Le solide (S) de masse m et de centre d'inertie G, peut glisser sans frottement sur une tige horizontale. Il est accroché à un ressort (R) à spires non jointives, de raideur k. Lorsque le solide (S) est à l'équilibre, son centre d'inertie G se situe à la verticale du point O, origine de l'axe des abscisses. Le solide est écarté de x_0 de sa position d'équilibre et abandonné sans vitesse initiale à la date t = 0 s.



On procède à l'enregistrement des positions successives de G au cours du temps par un dispositif approprié. On obtient la courbe ci-dessous :



3.1 Déterminer, à partir du graphique, les conditions initiales (x_0 et v_0) du mouvement ainsi que le sens de déplacement du mobile lorsqu'il passe pour la première fois par l'origine (x = 0 m). **(0,5pt)**

3.2 Quelle est la période T et la pulsation propre ω_0 du mouvement ? **(0,5pt)**

3.3 Etude du mouvement du solide :

3.3.1 Reproduire sur la copie le schéma du dispositif expérimental ci-dessus. Représenter et nommer les forces en G, sans souci d'échelle, s'exerçant sur le solide (S). **(0,5pt)**

3.3.2 En appliquant la deuxième loi de Newton au solide (S), établir l'équation différentielle régissant le mouvement de son centre d'inertie G. Quelle relation existe-t-il entre ω_0, m et k. **(0,5pt)**

3.4 Une solution de l'équation différentielle peut s'écrire sous la forme :

$x(t) = X_m \cos(2\pi t/T_o + \varphi)$; (X_m est l'amplitude et φ la phase initiale)

3.4.1 Retrouver l'expression de la période T_o en fonction de m et de k. **(0,25pt)**

3.4.2 Déterminer X_m et φ. **(0,5pt)**

3.5 Donner l'expression de l'énergie potentielle élastique du ressort à un instant t quelconque en fonction de k, x_0, ω et t. Sachant que l'énergie potentielle élastique du ressort à l'instant t = 0s est égale à 2.10^{-2} J, déterminer la valeur de k. **(0,25pt)**

3.6 En déduire la valeur de la masse m du solide (S). **(0,25pt)**

<u>PARTIE II : oscillation libre amortie</u>

En réalité, le solide (S) de masse m et de centre d'inertie G, glisse avec des frottements sur la tige horizontale.

Donner l'allure des courbes représentant l'abscisse x en fonction du temps suivant l'importance des frottements. Préciser dans chaque cas le type de régime obtenu. **(0,75pt)**

EXERCICE 4 : (04 points)

Le physicien néerlandais, **Hendrick Antoon Lorentz** a mis en évidence une loi qui porte son nom. Cette loi qui est à la base du fonctionnement de quelques dispositifs (télévision, accélérateurs) explique la nature du mouvement d'une particule chargé dans un champ magnétique uniforme.

I. Chambre d'accélération :

4.1. Dans le dispositif ci-dessous **(figure 4)** règne un vide poussé. La force de pesanteur sera négligée par rapport aux autres forces.

Un faisceau homocinétique de proton d'abord accéléré par une tension appliquée entre deux plaques A et C pénètre en O à une vitesse v_0 = 800 km.s^{-1} dans une enceinte de section carrée de côté 2r = 50 cm où les ouvertures OMPN sont situées aux milieux des cotés. Le proton est une particule de masse m = 1,67.10^{-27} kg et de charge q = = 1,6.10^{-19}C.

4.1.1 Quel doit être le signe de la différence de potentiel $U = V_A - V_C$? **(0,25pt)**

4.1.2 Calculer en joule et en électron-volt l'énergie d'un proton qui franchit l'ouverture O. **(0,5pt)**

II. Déflexion magnétique :

4.2 Dans cette enceinte carrée **(figure 4)** règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ pour que les protons décrivent à la vitesse constante v_0 un quart de cercle de rayon r avant de sortir par l'ouverture M.

4.2.1 Donner l'expression de la force $\vec{F}$ qui s'exerce sur un proton de vitesse $\vec{v_0}$ dans le champ magnétique $\vec{B}$. **(0,5pt)**

4.2.2 Préciser la direction et le sens de $\vec{B}$. **(0,25pt)**

4.2.3 Etablir l'expression de la valeur du champ magnétique $\vec{B}$ en fonction de v_0, q, m et r. Calculer numériquement B. **(0,5pt)**

III. Déflexion électrostatique :

4.3) On supprime le champ magnétique précédant et on applique maintenant un champ électrique uniforme $\vec{E}$ dans l'enceinte carrée pour que le faisceau franchissent l'ouverture N après avoir décrit une trajectoire parabolique dans le repère (Ox ; Oy).

4.3.1 Donner l'expression de la force $\vec{F'}$ qui s'exerce sur un proton dans le champ électrique uniforme $\vec{E}$. **(0,5pt)**

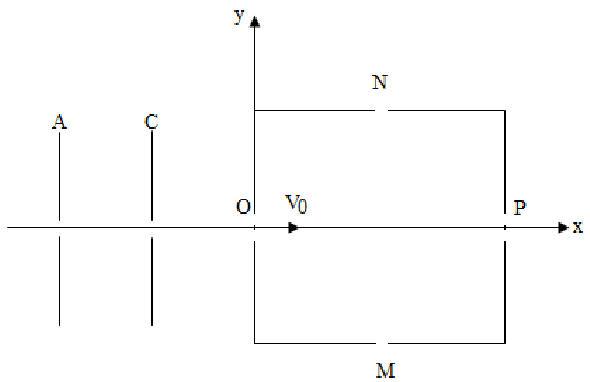
4.3.2 Préciser la direction et le sens de $\vec{E}$. **(0,25pt)**

4.3.3 Donner l'expression de la valeur E du champ électrique en fonction de m, v_0, q, E et r. Calculer numériquement E. **(0,5pt)**

IV. Filtre de vitesse :

4.4 Les champs $\vec{E}$ et $\vec{B}$, conservant les directions et sens précédents, sont appliquées simultanément.

Quelle relation doit vérifier leurs valeurs pour que les protons sortent du dispositif par l'ouverture P sans être déviés ? **(0,75pt)**



(Figure 4)

EXERCICE 5 : (04 points)

Le physicien Français **Pierre Simon de Laplace** a mis en évidence une loi qui porte son nom. Cette loi, qui est la généralisation de la loi de Lorentz, est la base du fonctionnement de quelques appareils telque **le galvanomètre, la roue de Barlow etc**. Elle explique l'action d'un champ magnétique sur un courant constant.

Une tige de cuivre rigide (AB), rectiligne et homogène, de longueur L= 12,0 cm, est susceptible de se mouvoir dans un plan vertical autour d'un axe (Δ) horizontal passant par le point A, dans le plan de la **figure 1**. L'autre extrémité plonge dans une cuve à mercure. Un générateur de tension continue fait passer un courant d'intensité constante I=8,0A dans la tige. Le dispositif est plongé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$, horizontal, orthogonal au plan et dirigé de l'avant vers l'arrière de la **figure 1.** On néglige la longueur de la partie de la tige situé dans le mercure et on admet que la droite d'action de la force électromagnétique passe par le milieu de la tige (AB). Un fil très fin en nylon, horizontal, est attaché en C à la tige (AB). A l'autre extrémité, on suspend une petite surcharge de masse m ; on suppose que la masse du fil est négligeable.

5.1 Quel est le rôle de la cuve à mercure ? **(0,5pt)**

5.2 Représenter le vecteur champ magnétique $\vec{B}$. **(0,25pt)**

5.3 Quel doit être le sens du courant électrique dans (AB) pour que la tige puisse rester verticale ? donner alors les polarités des bornes du générateur. **(0,5pt)**

5.4 Déterminer la valeur de la masse m. **(0,5pt)**

On donne : $B = 2,3.10^{-3}$T ; l = AC= 8,0 cm, masse de la tige M = 9,7g.

5.5 On supprime le fil de nylon attaché en C **(figure 2).** La tige (AB) s'écarte de sa position verticale d'un angle de mesure α pour atteindre une nouvelle position d'équilibre.

Représenter cette nouvelle position d'équilibre et calculer α. **(0,25pt)**

5.6 On remplace la tige (AB) par **une roue** crantée en cuivre mobile autour d'un axe horizontal (Δ) perpendiculaire au plan de la **figure 2**. Le dispositif est plongé dans le même espace champ magnétique uniforme $\vec{B}$.

5.6.1 Expliquer pourquoi on observe un mouvement de rotation de la roue. Donner son sens. **(0,5pt)**

5.6.2 La vitesse de rotation de la roue est ω = 75tours/min. Calculer la puissance développée par la roue si la force électromagnétique est supposée appliquée au milieu de la partie inférieure de la roue, de largeur ℓ = R/2. **(01pt)**

5.6.3 Expliquer pourquoi la roue de Barlow ne serait pas un bon moteur. **(0,5pt)**

On donne : rayon de la roue R = 6,0 cm ; I = 8,0A.

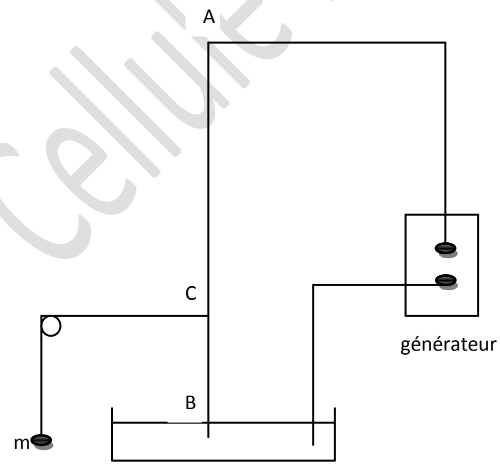


Figure1

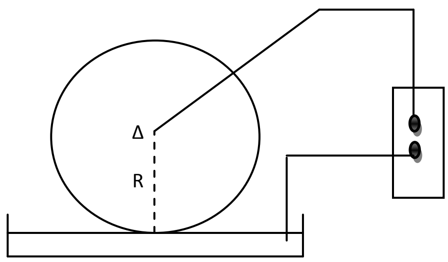


Figure 2

DEVOIR N°2 DU DEUXIEME SEMESTRE (TS1) : 4 heures

EXERCICE 1 : **(03 points)**

Toutes les solutions sont prises à 25°C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est Ke = 10^{-14}. On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.

Une monobase est considérée comme faiblement ionisée dans l'eau si le taux d'avancement final de sa réaction avec l'eau est inférieur à 5.10^{-2}.

On dispose de trois solutions aqueuses (S_1), (S_2) et (S_3) respectivement de monobases B_1, B_2 et B_3 de même concentration molaire $C_0 = 10^{-1}$ mol.L^{-1}. La mesure, dans un ordre quelconque, du pH de ces solutions a donné les valeurs : 13,0 ; 10,8 et 11,1.

Sachant que les trois bases sont classées par ordre croissant de basicité comme l'indiqué ci-dessous :

B_1 — B_2 — B_3 → Ordre croissant de la basicité

1.1 En justifiant la réponse, attribué à chaque solution le pH correspondant.

1.2 Montrer que les bases B_1 et B_2 sont faibles, alors que la base B_3 est forte.

1.3 Justifier que les bases B_1 et B_2 sont faiblement ionisées dans l'eau.

1.4 Etablir l'expression du pH d'une solution aqueuse d'une monobase B faible et faiblement ionisée en fonction du pK_b du couple BH^+/B correspondant, du pK_e et de la concentration molaire initiale C de la base étudié.

1.5 Pour différentes valeurs de la concentration molaire C (variant de 10^{-2} à 10^{-1} mol.L^{-1}) des solutions relatives aux trois monobases précédentes B_1, B_2 et B_3, on mesure séparément le pH correspondant, puis on représente à chaque fois la courbe pH en fonction de (-logC). On obtient alors les courbes (C), (C') et (C'') de la **figure 1**.

1.5.1 En justifiant la réponse, attribuer chaque courbe à la base correspondante.

1.5.2 En exploitant les courbes de la **figure 1**, déterminé :

1.5.2.1 Les valeurs des constantes Pk_{b1} et pK_{b2} respectivement des couples B_1H^+/B_1 et B_2H^+/B_2.

1.5.2.2 Les valeurs des concentrations molaires C'_1 et C'_2 respectivement des solutions (S'_1) et (S'_2), correspondant aux bases B_1 et B_2, ayant le même pH de valeur 10,6.

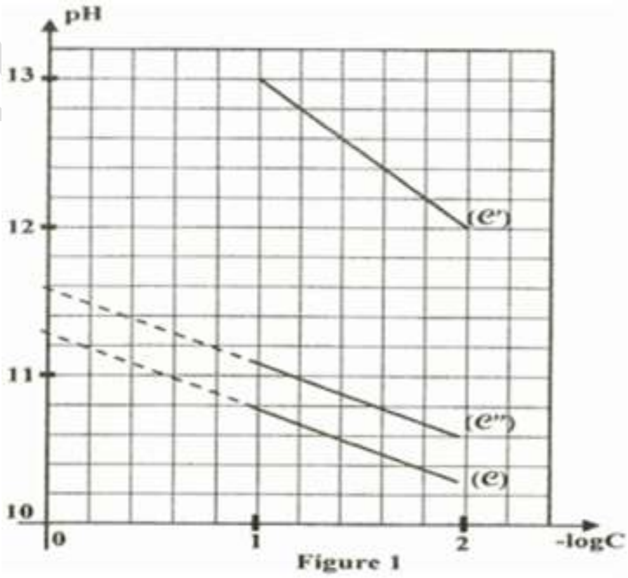


Figure 1

EXRCICE 2 : **(03 points)**

Partie A : Etude théorique

On étudie une solution d'acide benzoïque (C_6H_5–COOH) de concentration *Ca* inconnue et de *pKa*=4,2.

1-1. On prélève ainsi un volume *Va* = 20 mL de cette solution de pH = 2,5.

1.1.1. Ecrire l'équation bilan de la dissociation de l'acide benzoïque dans l'eau.

1.1.2. Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes dans la solution.

1.1.3. Déterminer leurs concentrations.

1.1.4. Calculer la constante d'acidité de l'acide benzoïque. En déduire la concentration *Ca*.

Partie B : Etude expérimentale

1-2. On se propose maintenant de déterminer la concentration *Ca* de l'acide benzoïque par dosage pH-métrique. Pour cela on prélève un volume V = 10 mL d'une solution d'acide benzoïque qu'on dose par une solution de soude de concentration C_b = 0,125 mol/L.

on mesure le pH du mélange obtenu en fonction du volume de soude versé. On obtient les résultats suivants :

V_b(ml)	0	2	4	6	8	10	12	14	15	15,5	16	16,5	17	18	20	22
pH	2,7	3,4	3,7	4	4,2	4,4	4,7	5,1	5,4	5,7	8,4	11,1	11,4	11,7	12	12,2

1.2.1. Tracer la courbe pH en fonction du volume V_b de base versé.

1.2.2. Déterminer les coordonnées du point équivalent E par une méthode que l'on précisera.

1.2.3. En déduire la valeur de *Ca*. Comparer-la, à celle trouvée théoriquement. Conclure.

1.2.4. Quelle est la nature de la solution à l'équivalence ? justifier votre réponse.

1.2.5. Déterminer graphiquement le *pKa* du couple acide benzoïque/ ion benzoate.

1-3. On veut préparer une solution dont le *pH* est égal à son *pKa*.

1.3.1. Comment appelle-t-on une telle solution ? Donner ses caractéristiques. Proposer une méthode de préparation d'une telle solution à partir de l'acide benzoïque et la soude.

1.3.2. Quels volumes V_1 d'acide benzoïque et V_2 de soude, faut mélanger pour avoir une telle solution de volume V = 80 mL ?

EXERCICE 3 : (05 points)

A-/ On considère le circuit électrique de la figure 2, constitué par l'association en série d'un générateur (G) tension, supposé idéal de force électromotrice E = 10V, d'un conducteur ohmique de résistance R réglable, d'une bobine (B) d'induction L et de résistance r et d'un interrupteur (K).

Le sens positif de l'intensité i du courant électrique est indiqué sur le schéma du circuit.

3.1 Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_R = u_{MH}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique s'écrit : $\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{1}{\tau}.u_R(t) = \frac{RE}{L}, avec\ \tau = \frac{L}{R+r}$ est la constante de temps du circuit.

3.2 En déduire l'expression de la tension U_0 aux bornes du conducteur ohmique en fonction de E, r et R lorsque le régime permanent s'établit dans le circuit.

3.3 Vérifier que la solution de l'équation différentielle précédente est de la forme :

$$u_R(t) = U_0(1 - e^{\frac{-t}{\tau}})$$

En déduire que pour $t = \tau$, la tension aux bornes du conducteur vaut 63 % de U_0.

3.4 On effectue les deux expériences suivantes :

- **Expérience (a)** : on réalise le circuit de la **figure 2** et on ajoute la résiqstance R du conducteur ohmique à la valeur R_a = 240 Ω.
- **Expérience (b)** : on remplace dans le circuit de la **figure 2**, la bobine (B) par une autre bobine (B') d'inductance L' et de résistance r identique à celle de (B). On ajoute la résistance R à la valeur R_b.

Pour chacune de ces deux expériences, on ferme l'interrupteur (K) à l'instant t = 0 et on suit à l'aide d'un système approprié d'acquisition de données, l'évolution temporelle de la tension $u_{HM}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique.

On obtient respectivement les chronogrammes (**C**$_a$) et (**C**$_b$) de la **figure 3**.

En exploitant les chronogrammes (**C**$_a$) et (**C**$_b$) :

3.4.1 Préciser les valeurs U_{0a} et U_{0b} de la tension aux bornes du conducteur ohmique lorsque le régime permanent s'établit dans le circuit respectivement dans les expériences (a) et (b) ;

3.4.2 Déduire les valeurs des constantes de temps τ_a et τ_b du circuit respectivement dans les deux expériences (a) et (b) ;

3.4.3 Déterminer la valeur de la résistance r de la bobine (B) et déduire la valeur de L.

3.4.4 Déterminer R_b et L'.

B- / Afin de retrouver les valeurs de L' et de r de (B'), on réalise le circuit de la **figure 4**, comportant montés en série : la bobine (B'), un condensateur (C) de capacité C = 10 μF, un conducteur ohmique de résistance R réglable, un interrupteur (K) et un ampèmètre (A) de résistance négligeable. L'ensemble est alimenté par un générateur de basses fréquences (GBF) délivrant une tension alternative sinusoidale $u(t) = U\sqrt{2}.\sin(2\pi Nt)$, de tension efficace U constante et fréquence N réglable. On branche deux voltmètres (V_1) et (V_2) respectivement aux bornes du conducteur ohmique et aux bornes du dipôle constitué par l'ensemble : $\{ (B'); (C)\}$.

3.5 En ajustant la fréquence du **(GBF)** à la fréquence N_1 = 159 Hz et en réglant la résistance R à la valeur $R_1 = 40\ \Omega$, l'intensité instantanée du courant qui circule dans le circuit est :
$i(t) = I_1\sqrt{2}.\sin(2\pi N_1 t + \frac{\pi}{4})$, avec I_1 est l'intensité efficace du courant électrique. Par ailleurs, les deux voltmètres (V_1) et (V_2) indiquent respectivement les valeurs U_1 = 2,00 V et V_2 = 2,55 V.

3.5.1 Déterminer la valeur de l'intensité I_1.

3.5.2 Préciser, en le justifiant, le caractère du circuit (inductif, capacitif ou résistif)

3.5.3 Représenter la construction de FRESNEL, associée au circuit étudié à la fréquence N_1, à l'échelle : **4cm pour 1V**.

On associe les vecteurs :

- $\overrightarrow{OA}$ à la tension $u_{HM}(t) = u_{R1}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique ;
- $\overrightarrow{AB}$ à la tension $u_{FH}(t)$ aux bornes du dipôle : $\{ (B'); (C)\}$
- $\overrightarrow{OB}$ à la tension u(t) aux bornes du générateur.

3.5.4 Déduire les valeurs de r, L' et U.

3.6 En ajustant la fréquence du (GBF) à une valeur N_2, le voltmètre (V_2) affiche une tension U'_2 = 0,70 V et l'ampèremètre (A) indique une intensité du courant I_2 = 70mL.

3.6.1 Montrer que le circuit est en état de résonnance d'intensité.

3.6.2 Déterminer alors N_2.

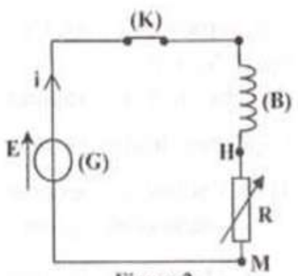


Figure 2

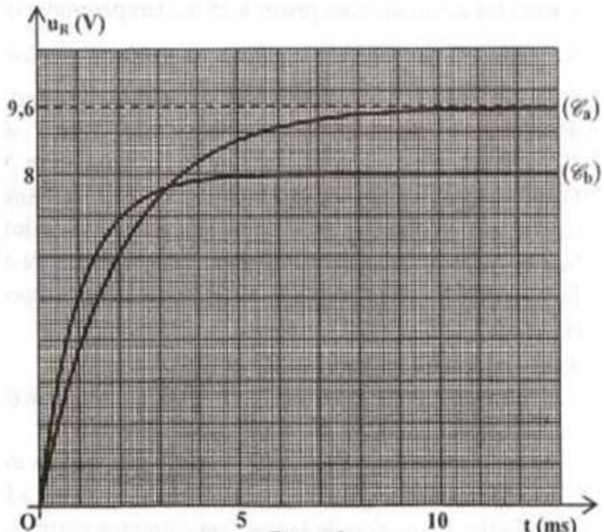


Figure 3

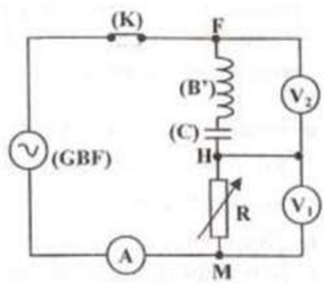


Figure 4

<u>EXERCICE 4 :</u> (04 points)

On dispose au laboratoire un dipôle RC. Pour déterminer expérimentalement la valeur de C et de R on réalise le circuit ci-dessous comportant : le dipôle RC ; un interrupteur K ; un générateur de tension idéale de f.e.m E et résistor de résistance $R_0 = 3R$.

I/ La charge du condensateur par le générateur de tension :

Le condensateur étant initialement chargé ; à t = 0s, on bascule l'interrupteur K en position 1.

Un dispositif d'acquisition de données reliées à un ordinateur donne le **document (1)** qui représente l'évolution de la tension aux bornes du condensateur au cours du temps.

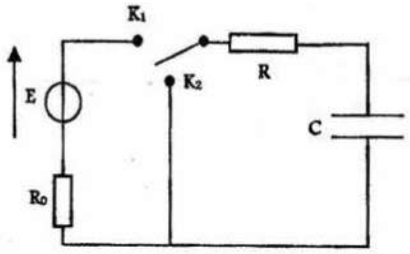
4.1) Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension U_c aux bornes du condensateur pendant la phase de charge, s'écrit $\tau_0 \times \frac{dU_c}{dt} + U_c = E$; avec $\tau_0 = C(R + R_0)$

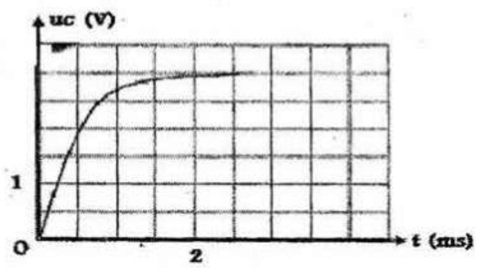
4.2) Une solution de cette équation est de la forme : $U_c(t) = A(1 - e^{-\alpha t})$, compte tenu de la condition initiale relative à la charge du condensateur :

4.2.1) En vérifiant que cette expression est solution de l'équation différentielle, identifier A et α en fonction de E ; R ; R_0 et C.
4.2.2) Montrer que le produit $C(R + R_0)$ est homogène à un temps.
4.3) En utilisant le **document (1),** déterminer :
4.3.1) La valeur de la f.é.m E du générateur
4.3.2) La valeur de la constante de temps τ_0. Expliquer la méthode utilisée.
4.3.3) Déterminer le temps de charge t_1 si on admet que le condensateur est complètement chargé lorsqu'il a acquis 99% de sa charge maximale.

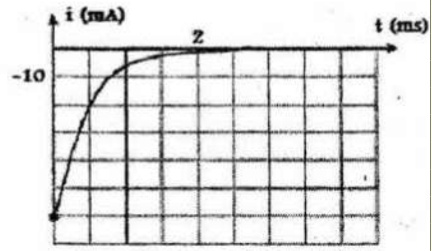
<u>II/ Décharge du condensateur :</u>

Le condensateur précédent est complètement chargé. A une nouvelle origine des temps t = 0s, on bascule l'interrupteur K en position 2. Le dispositif d'acquisition donne le **document (2)** qui représente l'évolution temporelle.
4.1) Faire le schéma du circuit de la décharge du condensateur et représenter les flèches tensions aux bornes du résistor et du condensateur.
4.2) L'équation différentielle vérifiée par la tension $\mathbf{U_c}$ aux bornes du condensateur pendant cette phase devient : $\boldsymbol{RC \times \frac{dU_c}{dt} + U_c = 0.}$
4.2.1 Montrer que $\boldsymbol{U_c(t) = Ee^{-\frac{t}{\tau}}}$ est bien une solution de cette équation différentielle avec $\boldsymbol{\tau = RC}$ constante du temps du dipôle **RC**.
4.2.2 Montrer que l'expression de l'intensité du courant électrique s'écrit **i(t) =** $\boldsymbol{-\frac{E}{R}e^{-\frac{t}{\tau}}}$
4.2.3 Déterminer à partir du **document 2**, l'intensité du courant I_0 à l'origine des temps.
4.2.4 En déduire la valeur de R ; R_0 et C.





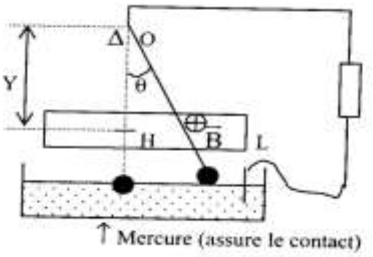
document 1



document 2

<u>EXERCICE 5</u> : (05 points)

5.1 Une sphère homogène de rayon r, de masse m_s est fixée à l'extrémité d'une tige cylindrique homogène de diamètre négligeable d, de longueur l, de masse m_T. Le pendule (p) ainsi constitué est assujetti à osciller autour d'un axe (Δ) horizontal passant par O. (voir croquis).
5.1.1 Calculer le mouvement d'inertie J_Δ du pendule par apport à l'axe (Δ).
R = 5cm ; m_s = 200g ; m_T = 20g ; l = 0,45cm.
5.1.2 Déterminer la position du centre d'inertie G du pendule.
5.1.3 On écarte le pendule de sa position d'équilibre d'un angle $\theta 0$ = 0,10rad, puis on l'abandonne sans vitesse initiale.
a) Etablir l'équation différentielle du mouvement en l'absence de toute force de frottement.
b) Calculer la période et la pulsation propre ω_0 de cet oscillateur. On prendra g = 10 N/kg.
c) Ecrire son équation horaire θ = f(t).
5.2 On applique normalement au plan d'oscillation, sur une largeur L de la tige, un champ magnétique uniforme $\vec{B}$.
Le pendule est alors relié à une chaîne conductrice et le circuit formé à une résistance totale R. On écarte à nouveau le pendule de sa position d'équilibre d'un θ_0 = 0,10 rad, puis on l'abandonne sans vitesse initiale.



5.2.1 On désigne par $\vec{v}$ le vecteur vitesse du milieu H de la partie de la tige placée dans le champ magnétique. On pose Y la distance du point H à l'axe de rotation Δ.

a) Montrer que lors du mouvement de la tige, il passe un courant induit d'intensité i dans le circuit ; courant dont le sens est lié à celui du vecteur vitesse v. On examinera les deux cas possibles et sur des schémas clairs, on représentera B, v et i.

b) Donner l'expression de l'intensité i en fonction de B, v, L et R.

On supposera que durant les oscillations la longueur de la tige soumise au champ magnétique reste constante égale à L.

5.2.2 Etablir dans le cas de faibles amplitudes, l'équation différentielle liant l'élongation angulaire instantanée θ du pendule à sa dérivée première par rapport au temps $d\theta/dt$, à sa dérivée seconde $d^2\theta/dt^2$ et les grandeurs B, L , J_Δ , R, M, g et a = OG.

On considérera que les forces de frottement sont négligeables. On a posé $M = m_s + m_T$.

5.2.3 Discuter des solutions de cette équation différentielle et préciser la nature du mouvement selon la valeur de Y.

A.N : L = 5cm ; B = 1T ; R = 10mΩ.

5.2.3 On fixe Y à la valeur 0,20mètre.

a) Après avoir vérifié que le mouvement est oscillatoire, donner la pseudo période T.

b) Etablir l'équation horaire du mouvement θ = f (t) et évaluer le décrément logarithmique δ.

5.2.5 Evaluer la longueur du pendule simple synchrone.

BONNE CHANCE !!!

DEVOIR N°2 DU DEUXIEME SEMESTRE (format deuxième tour) : 2 HEURES

BAREME :

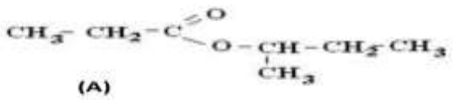
	Chimie				Physique					
Questions	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TS1(points)	02	02	02	2	02	02	02	02	02	02
TS2(points)	1,5	1,5	1,5	1,5	02,5	02	2,5	2,5	02,5	02

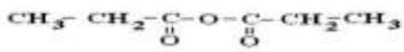
Question 1 :

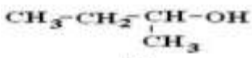
On considère les composés organiques A, B, C, D et E dont les formules semi-développées sont écrites ci-dessous.

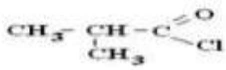
1.1 Donner les noms des composées A, B, C, D et E dans la nomenclature officielle.

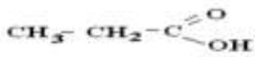
1.2 Proposer une méthode de préparation du composé A à partir de deux des autres composées ; écrire l'équation-bilan de la réaction à l'aide de formules semi-développées.


(A)


(B)


(C)


(D)


(E)

Question 2 :

Un acide α-aminé a pour formule brute $C_3H_7O_2N$.

2.1 Ecrire la formule semi-développée de l'acide α-aminé et le nommer.

2.2 A partir de cet acide α-aminé, définir les notions de carbone asymétrique et de chiralité. Donner la représentation de Fischer des deux énantiomères correspondant à l'acide α-aminé.

Question 3 :

3.1 Laquelle des courbes de la **(figure 3)** peut représenter : α) le dosage d'un acide faible par une base forte ; β) le dosage d'un acide fort par une base forte ; γ) le dosage d'une base faible par un acide fort ; δ) le dosage d'une base forte par un acide fort.

3.2 Lors du dosage d'un acide faible de pKa = 3,7 noté AH par une base forte, on trouve que le pH de la solution vaut 2,3.

a) Alors l'espèce prépondérante du couple acide-base est : α) A^- ; β) AH

b) Le pourcentage de l'espèce prépondérante est : α) 50 % ; β) 4 % ; γ) 96 %

Question 4 :

On considère la réaction d'oxydation ménagée en milieu acide, d'un monoalcool saturé de formule C_4H_9OH par une solution acidulée de dichromate de potassium en excès. L'équation-bilan de la réaction est donnée par :

$$2Cr_2O_7^{2-} + 3(C_4H_9 - OH) + 16H_3O^+ \rightarrow 4Cr^{3+} + 3C_4H_8O_2 + 27H_2O$$

Les réactifs ont été mélangés à la date t = 0.

Choisir la bonne réponse :

1.1 A la date t = 0, la vitesse de disparition de l'alcool est :

a) nulle ; b) minimale ; c) maximale

1.2 La vitesse de disparition des ions dichromate à une date t est $v = 2,0.10^{-5}$ mol.L^{-1}.min^{-1}. A cette même date t la vitesse de disparition de l'alcool est :

a) $v = 2,0.10^{-5}$ mol.L^{-1}.min^{-1} b) $v = 3,0.10^{-5}$ mol.L^{-1}.min^{-1} c) $v = 1,3.10^{-5}$ mol.L^{-1}.min^{-1}

Question 5 :

Un projectile de masse m est lancé d'une hauteur h au dessus du sol avec une vitesse horizontale de valeur v_0 **(figure 5).** On néglige les frottements dus à l'air.

5.1 Déterminer l'équation de la trajectoire.

5.2 Déterminer l'expression de l'abscisse x_p du point d'impact P sur le sol, en fonction de h, v_0 et l'intensité de la pesanteur g_0.

<u>Question 6 :</u>

Répondre par Vrai ou Faux et justifier.

6.1 Un satellite géostationnaire a une période de T = 86164 s dans le référentiel héliocentrique.

6.2 Un satellite géostationnaire évolue dans le plan équatorial terrestre.

<u>Question 7 :</u>

On considère le pendule élastique horizontal non amorti constitué d'un ressort de raideur k à l'extrémité duquel est accroché un solide S de masse m supposé ponctuel. Le mouvement du solide est rapporté à un axe horizontal x'Ox confondu avec l'axe du ressort. On déplace horizontalement le solide S de 4 cm de sa position d'équilibre initiale (origine de l'axe) dans le sens positif de l'axe et on le lâche sans vitesse. Le solide S effectue alors un mouvement oscillatoire d'équation horaire $x = X_m.\cos(\omega t + \phi)$ avec une période de 0,4 s.

7.1 Déterminer X_m, ω et ϕ.

7.2 Parmi les figures ci-dessous choisir celle qui correspond à la trajectoire du solide S.

<u>Question 8 :</u>

Dans le circuit électrique schématisé ci-après, un générateur de courant continu est en série avec un solénoïde et un conducteur ohmique. Le champ magnétique terrestre est négligeable.

A la fermeture de l'interrupteur K l'aiguille aimantée sur pivot vertical, placée en face du solénoïde, est en équilibre comme l'indique le schéma de la **figure 8**.

8.1 Identifier la face (1) du solénoïde.

8.2 Identifier la borne positive P et la borne négative N du générateur.

<u>NB :</u> on recopiera le schéma de la **figure 8** et on y indiquera le nom de la face (1) et les bornes P et N.

<u>Question 9 :</u>

Pour étudier la charge d'un condensateur de capacité $C = 2\mu F$, on réalise le circuit schématisé de la **figure 9**. A t = 0s, on ferme l'interrupteur K. Avec un oscillographe bicourbe, on visualise les tensions u_R et u_C aux bornes respectives du résistor R et du condensateur de capacité C.

9.1 Lequel des oscillogrammes de la **figure 9,** représente l'évolution de la tension $u_R = f(t)$? Justifier la réponse.

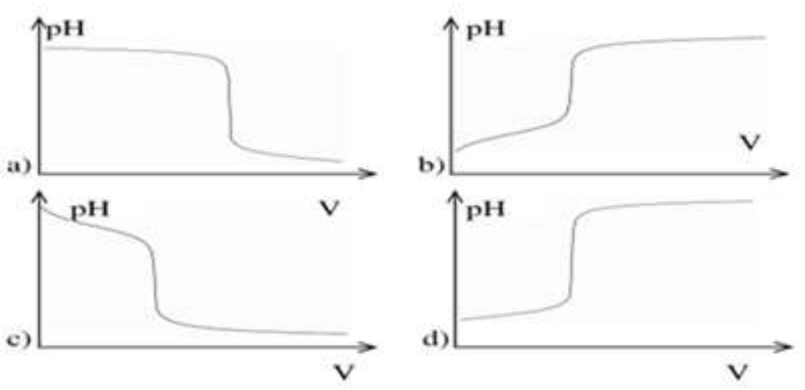
9.2 Calculer la charge maximale du condensateur. Sur les oscillogrammes u_1 et u_2 sont en volt.

<u>Question 10 :</u>

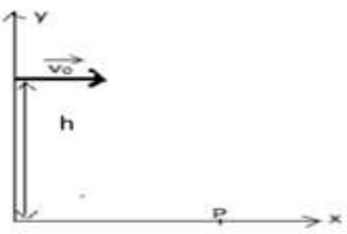
L'intensité du courant dans une bobine d'inductance L = 0,1 H varie en fonction du temps selon la loi indiqué par la **figure 10**.

10.1 Calculer la f.e.m. e dans les différents intervalles de temps.

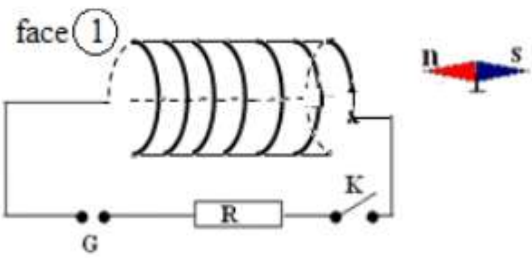
10.2 Représenter graphiquement la variation de la f.e.m e au cours du temps.



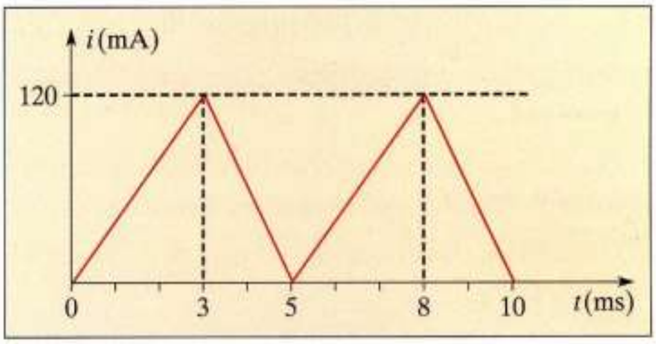
(figure 3)



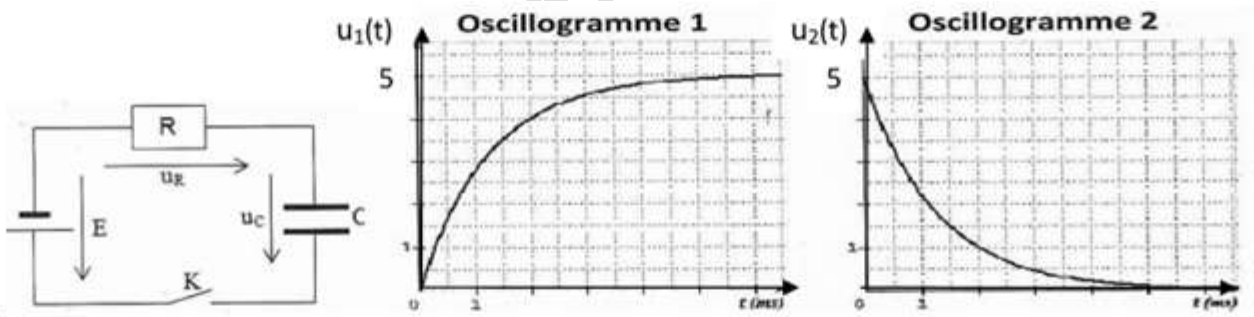
(figure 5)



(figure 8)



(figure 10)



(figure 9)

BAC BLANC SCIENCES PHYSIQUES –TS2 : 4h

Exercice 1 : (04 points)

On donne en g/mol les masses molaires : M(C) = 12 ; M(H) = 1 et M(O) = 16.

1.1 On dissous 8,8 g d'un acide carboxylique A_1 dans une fiole jaugée de 500 mL que l'on complète jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée. On prélève un volume V_a = 50 mL de cette solution que l'on dose par une solution d'hydroxyde (NaOH) de concentration molaire C_b = 0,1 mol.L $^{-1}$.

L'équivalence acido-basique est atteinte pour un volume d'hydroxyde de sodium V_{be} = 100 mL.

1.1.1 Calculer la concentration C_a de l'acide A_1.

1.1.2 Vérifier que la masse molaire de l'acide A_1 est M = 88 g.mol^{-1}

1.1.3 Déterminer la formule brute de l'acide carboxylique A_1.

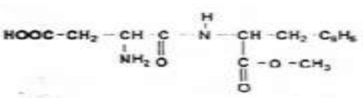
1.1.4 En déduire sa formule semi-développée et son nom sachant que sa chaine carbonée est ramifiée.

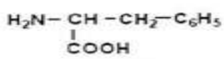
1.2 On réalise un mélange équimolaire de l'acide A_1 avec un monoalcool secondaire saturé B_1. On obtient un composé C et de l'eau.

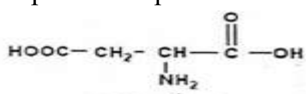
L'analyse élémentaire de l'alcool montre qu'il renferme en masse 26,6% d'oxygène.

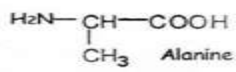
1.2.1 Déterminer la formule brute de l'alcool B_1.
1.2.2 Ecrire sa formule semi-développée et son nom.
1.2.3 Ecrire l'équation-bilan de cette réaction ainsi que le nom du composé C obtenu.
1.2.4 Nommer-la et donne ses propriétés.
1.3 On réalise les réactions suivantes avec le composé A_1 :
R_1 : $A_1 + PCl_5 \rightarrow D + POC_3 + HCl$
R_2 : $A_1 + A_1 \xrightarrow{P_4O_{10}} E + H_2O$
R_3 : $D + B_1 \rightarrow C + HCl$
R_4 : $E + N - éthyléthylamine \rightarrow F + A_1$
2.3.1 Préciser les formules semi-développée et noms des composés D, E et F.
2.3.2 Nommer la réaction R_4 puis donner ses propriétés chimiques.
2.3.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction R_4 en utilisant les formules semi-développées

Exercice 2 : DIABETIQUE ET BOISSON≪ *LIGHT* ≫. (04 points)
L'aspartame a été découvert en 1965 par Dr James Schlatter. Il étudiait les acides aminés lorsque, par hasard, en portant son doigt à sa bouche, il a senti un goût sucré et agréable. L'aspartame est édulcorant (additif alimentaire servant à parfumer ou donner du goût sucré aux aliments) utilisé par les diabétiques ou les personnes désirant suivre un régime. Son pouvoir sucrant est égal à 180. La saveur sucrée est forte ***(le pouvoir sucrant de référence est celui du saccharose, qui est égal à 1)*** *et dépourvue d'arrière-goût désagréable. Lorsque l'aspartame atteint l'estomac il peut subir une hydrolyse qui conduit à la formation de phénylamine, d'acide aspartique et méthanol.*
2.1. Recopier la formule de l'aspartame puis entourer et nommer les groupes fonctionnels présents dans cette molécule.
2.2. La phénylalanine possède un atome de carbone asymétrique.
Rappeler ce qu'on appelle carbone asymétrique. Recopier la formule de la phénylalanine et indiquer par un astérisque l'atome de carbone asymétrique. Dessiner, en projection de Fichier, la configuration D de la phénylalanine.
2.3. L'acide aspartique est un acide-α-aminé. Dans certaines conditions, il peut réagir avec l'alanine pour former un dipeptide Asp-Ala que l'on retrouve dans l'hémoglobine. Les abréviations Asp et Ala sont utilisées respctivement pour l'acide aspartique et pour l'alanine.
2.3.1 Sur la molécule d'acide aspartique que l'on recopiera, identifier le (ou les) atomes(s) de carbone asymétrique (s) par un astérisque. Dessiner l'acide L-aspartique en représentation de Fischer.
2.3.2 Ecrire la formule semi-développée du dipeptides Asp-Ala et y entourer la liaison peptidique.
2.3.3 Ecrire les formules semi-développées des autres dipeptides susceptibles d'étre obtenus.
2.4. Le méthanol obtenu lors de l'hydrolyse de l'aspartame est un alcool très toxique. L'étiquette d'une boisson ≪ *light* ≫ indique la teneur de cette boisson en aspartame : 0,5 $g.L^{-1}$.
2.4.1 Calculer la masse maximale de méthanol susceptible d'étre libérée par un litre de cette boisson sachant qu'une mole d'aspartame donne une mole de méthanol.
2.4.2 Quel volume maximal de boisson ≪ *light* ≫ peut consommer, en un jour, un diabetique de masse 63kg sachant que la dose journalière acceptable est de 4,35 mg de méthanol par kilogramme de corporelle ?
On donne : - Masses molaires en $g.mol^{-1}$: pour l'aspartame 294 et pour le méthanol 32.
- Les formules semi-développées de l'aspartame et d'autres composés évoqués dans l'énoncé.


Aspartame


Phénylalanine

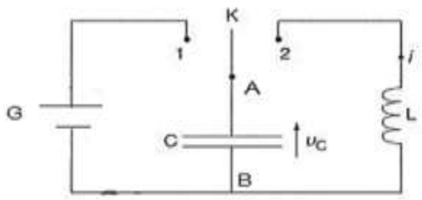

Acide aspartique


Alanine

Exercice 3 : (04 points)
Pour étudier le passage d'une comète au voisinage de notre planète, un satellite lanceur de sonde est mis en orbite autour de la Terre.

Données : constante de gravitation universelle $G = 6{,}67.10^{-11}$ $N.m^2.kg^{-2}$; masse de la terre : $M_T = 5{,}98.10^{24}$ kg ; rayon de la terre $R_T = 6400$ km.
La terre est considérée comme un corps à répartition sphérique de masse.
3.1 Etude du mouvement circulaire du système $\ll$ ***lanceur − sonde*** $\gg$ dans le référentiel géocentrique.
Dans un premier temps, le système $\ll$ ***lanceur − sonde*** $\gg$ est supposé mis sur une orbite circulaire à l'altitude $h_0 = 200$ km. Il évolue à une vitesse V_0.
3.1.1 En supposant ce système uniquement soumis au champ gravitationnel terrestre, montrer que son mouvement est uniforme.
3.1.2 Exprimer la vitesse V_0 en fonction de G, M_T, R_T et h_0 et calculer sa valeur en $km.s^{-1}$
3.1.3 Etablir l'expression de sa période et la calculer.
3.2 L'énergie potentielle de gravitation s'écrit $Ep = -\frac{GM_T m}{r}$, r étant le rayon de l'orbite, m est la masse du système.
3.2.1 Déterminer pour l'altitude h_0, l'expression de l'énergie mécanique E_{m_0} du système en fonction de r_0 puis en fonction de la vitesse V_0.
3.2.2 Lorsque l'altitude du satellite est peu élevée, il peut subir des frottements des hautes couches de l'atmosphère. Son énergie mécanique diminue suivant la loi $E_m = E_{m_0}(1 + \alpha t)$, $\alpha > 0$. On suppose que la trajectoire reste circulaire.
En comparant les énergies, montrer que le rayon de l'orbite diminue avec le temps alors que la vitesse augmente.
3.3 Etude de la sonde s'éloignant de la terre :
A l'altitude h_0, le lanceur et la sonde se séparent. Le lanceur communique à la sonde une vitesse $V_{0'}$ (supérieure à V_0) qui devra lui permettre d'échapper à l'attraction terrestre.
3.3.1 Donner l'expression de la vitesse minimale V_{min} de la vitesse $V_{0'}$ que le lanceur doit alors communiquer à la sonde en fonction de G, M_T, R_T et h_o.
3.3.2 Quelle relation relie alors V_{min} et V_0 ?

Exercice 4 : (04 points)
On étudie un oscillateur électrique idéal représenté sur la figure ci-contre. Il est constitué : d'un condensateur de capacité C = 0,5µF ; d'une bobine d'inductance L = 0,5 H et de résistance négligeable ; d'un générateur G délivrant une tension continu E = 15V ; d'un interrupteur K.



4.1 Charge du condensateur :
On charge le condensateur en plaçant l'interrupteur en position 1.
4.1.1 Préciser la tension U_0 aux bornes du condensateur à la fin de la charge
4.1.2 Calculer la charge Q_0 portée par l'armature A et l'énergie E_0 stockée par le condensateur.
4.2 Décharge du condensateur dans la bobine : équation différentielle
A l'instant t = 0, on bascule l'interrupteur en position 2.
Soit q la charge de l'armature A du condensateur à un instant t quelconque (t > 0).
4.2.1 Ecrire l'expression de la tension U_C aux bornes du condensateur en fonction de q et C.
4.2.2 Ecrire l'expressionde la tension U_L aux bornes de la bobine en fonction de $\frac{d^2q}{dt^2}$ et L.
4.2.3 Déduire de ce qui précède, l'équation différentielle qui régit les variations de la charge q.
4.3 Solution de l'équation différentielle :
L'équation différentielle précédente admet une solution de la forme : $q(t) = Q_m \cos(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi)$
4.3.1 Préciser la signification des grandeurs Q_m et T_0.
4.3.2 Calculer leurs valeurs numériques correspondantes.
4.3.3 Le symbole φ représente la phase à l'origine. Vérifier que la valeur $\varphi = 0$ est en accord avec les conditions de l'étude. Ecrire l'expression de q(t).

4.4 Energie totale de l'oscillateur :

On souhaite déterminer l'énergie totale E_T de l'oscillateur électrique. Cette énergie est la forme de l'énergie électrique E_1 emmagasinée dans le condensateur et de l'énergie magnétique E_2 emmagasinée dans la bobine.

4.4.1 Donner l'expression de :

a) E_1 en fonction de q et de C puis en fonction de T_0, C, t et Q_0.

b) E_2 en fonction de i et L puis en fonction de T_0, L, t et Q_0

4.4.2 Vérifier que E_T est constante et donner sa valeur.

Exercice 5 : **(04 points)**

Le cobalt ${}^{60}_{27}Co$ est radioactif β^-.

5.1) A la date t = 0s, on dispose d'un nombre N_0 de ${}^{60}_{27}Co$. A la date t quelconque, on détermine le nombre N de noyau non désintégrés. Les résultats sont regroupés dans le tableau suivant :

t(ans)	5	15	25	35	45
N(10^{18} noyaux)	5,21	1,40	0,379	0,102	0,0276
ln(N)					

5.1.1 Compléter le tableau. (ln représente le logarithme népérien)

5.1.2 Tracer le graphe ln(N) = f(t). Echelles : **Abscisse** : 1 cm pour 5 ans ; **ordonnée** : 2 cm pour 1 unité de ln(N).

NB : On prendra comme origine des axes t = 0 an et ln(N) = 37.

5.1.3 Donner l'expression de N en fonction de t, de N_0 et de la constante radioactive λ. En déduire l'expression de ln(N) en fonction de t, de N_0 et de λ.

5.1.4 Déduire du graphe, la valeur de la constante radioactive λ du cobalt 60 et de celle de N_0.

5.1.5 Calculer la période T du cobalt 60.

5.1.6 Calculer l'activité initiale de la source radioactive.

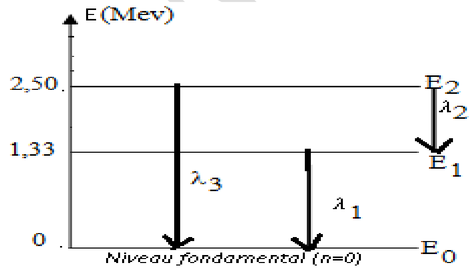
5.2) Le noyau ${}^{A}_{Z}Ni$ issu de la désintégration du cobalt 60 revient à son état fondamental E_0 en passant par deux états excités E_2 et E_1 comme l'indique le diagramme ci-après :

5.2.1 Ecrire d'équation de la désintégration produite en indiquant les lois de conservations utilisées.

5.2.2 Calculer les longueurs d'onde des deux photons γ émis lors de la désexcitation du noyau fils.

5.2.3 En déduire la longueur d'onde λ_3 correspondant à la transition de E_2 à E_0.

On donne : 1ev = $1{,}6.10^{-19}$ J ; h = $6{,}02.10^{-34}$ J.s ; C = 3.10^{8} m.s^{-1}



BACCALAUREAT BLANC TS1 : 4 HEURES

EXERCICE 1 : COMPRIME ASPIRINE 500mg. (03 points)

L'acide acétylsalicylique de formule brute $C_9H_8O_4$ est communément appelé aspirine. Pour simplifier cet acide sera noté AH dans cet exercice. L'état d'équilibre est indiqué en indice par « éq ».

Toutes les données figurant en fin d'énoncé ne sont pas nécessaires à la résolution de l'exercice.

Partie I : Diagramme de prédominance

1.1.1 Définir un acide selon Bronsted

1.1.2 La base de l'acide conjugué de l'acide acétylsalicylique est l'ion acétylsalicylate. Donner la formule brute de cet ion que l'on notera A^-par la suite.

1.1.3 Ecrire l'équation de la réaction entre $AH_{(éq)}$ et l'eau. Définir la constante d'acidité K_a du couple $AH_{(aq)}/A^-_{(aq)}$.

1.1.4 Etablir l'expression : $pH = pK_a + log\frac{[A^-_{(aq)}]_{éq}}{[AH_{(aq)}]_{éq}}$.

1.1.5 Le long d'un axe de pH, indiquer les domaines de prédominance respectifs de $AH_{(éq)}$ et $A^-_{(aq)}$.

1.1.6 Déterminer dans quel intervalle doit se situer le pH d'une solution aqueuse d'aspirine pour que :

$$1 < \frac{[AH_{(aq)}]_{éq}}{[A^-_{(aq)}]_{éq}} < 10.$$

Partie II : comprimé d'aspirine 500

Sur une boite de comprimés 500, on peut lire les informations suivantes :

Composition d'un comprimé *: Acide acétylsalicylique 500mg ; excipient : amidon de maïs et poudre de cellulose.*

Précaution d'utilisation *: Dissoudre le comprimé dans un grand verre d'eau avant de l'avaler.*

1.2 SOUKEYE dissout un comprimé dans un grand verre d'eau de 0,20L en agitant longuement à l'aide d'une cuillère. La solution S obtenue est trouble.

1.2.1 Expliquer l'intérêt de dissoudre le comprimé dans un si grand volume d'eau (0,20L).

1.2.2 Quel est la cause du trouble persistant dans la solution après l'agitation ?

1.3 La concentration molaire C en acide acétylsalicylique dans la solution S est $1{,}4.10^{-2} mol.L^{-1}$. Le pH de la solution S est 2,7 ; ce pH correspondant à $2.10^{-3} mol.L^{-1}$ d'ions oxonium.

1.3.1 Compléter le tableau d'avancement fourni ci-après avec des expressions littérales, puis exprimer le taux d'avancement à l'équilibre de la réaction entre $AH_{(aq)}$ et l'eau.

équation de la réaction					
Etat du système	Avancement en mol	Quantité de matières en mol			
Etat initial	0				
Etat d'équilibre	$x_{éq}$				
Etat final si la transformation est totale	x_{max}				

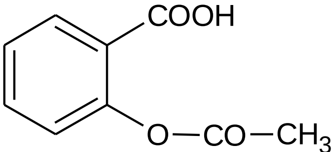
1.3.2 Montrer que la transformation n'est pas totale. (Un calcul numérique abouti n'est pas indispensable pour répondre).

1.3.3 Déterminer les valeurs des concentrations $[AH_{(aq)}]_{éq}$ et $[A^-_{(aq)}]_{éq}$.

1.3.4 Montrer que la valeur du rapport $\frac{[AH_{(aq)}]_{éq}}{[A^-_{(aq)}]_{éq}}$ et celle du pH de la solution S sont en conformité avec votre réponse à la question **1.1.6** de la 1re partie.

Données relatives à l'acide acétylsalicylique :

- Formule semi-développée :



- Solubilité à 25°C : 3,3g.L^{-1} ; Masse molaire : 180g.mol^{-1} ; pKa du couple acide acétylsalicylique/ ion acétylsalicylate : 3,5.
- Amidon de maïs est très soluble dans l'eau ; la poudre de cellulose est insoluble dans l'eau ; la fonction logarithme décimal est une fonction croissante ; définie pour tout réel strictement positif telle que $log10 = 1$; $log1 = 0$.

<u>EXERCICE 2</u> : DIABETIQUE ET BOISSON≪ *LIGHT* ≫. (03 points)

L'aspartame a été découvert en 1965 par Dr James Schlatter. Il étudiait les acides aminés lorsque, par hasard, en portant son doigt à sa bouche, il a senti un goût sucré et agréable. L'aspartame est édulcorant (additif alimentaire servant à parfumer ou donner du goût sucré aux aliments) utilisé par les diabétiques ou les personnes désirant suivre un régime. Son pouvoir sucrant est égal à 180. La saveur sucrée est forte ***(le pouvoir sucrant de référence est celui du saccharose, qui est égal à 1)*** *et dépourvue d'arrière-goût désagréable. Lorsque l'aspartame atteint l'estomac il peut subir une hydrolyse qui conduit à la formation de phénylamine, d'acide aspartique et méthanol.*

2.1 Recopier la formule de l'aspartame puis entourer et nommer les groupes fonctionnels présents dans cette molécule.

2.2 La phénylalanine possède un atome de carbone asymétrique.

2.2.1 Rappeler ce qu'on appelle carbone asymétrique. Recopier la formule de la phénylalanine et indiquer par un astérisque l'atome de carbone asymétrique.

2.2.2 Dessiner, en projection de Fichier, la configuration D de la phénylalanine.

2.3 L'acide aspartique est un acide-α-aminé. Dans certaines conditions, il peut réagir avec l'alanine pour former un dipeptide Asp-Ala que l'on retrouve dans l'hémoglobine. Les abréviations Asp et Ala sont utilisées respctivement pour l'acide aspartique et pour l'alanine.

2.3.1 Sur la molécule d'acide aspartique que l'on recopiera, identifier le (ou les) atomes(s) de carbone asymétrique (s) par un astérisque. Dessiner l'acide L-aspartique en représentation de Fischer.

2.3.2 Ecrire la formule semi-développée du dipeptides Asp-Ala et y entourer la liaison peptidique.

2.3.3 Ecrire les formules semi-développées des autres dipeptides susceptibles d'étre obtenus.

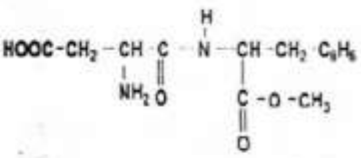
2.4 Le méthanol obtenu lors de l'hydrolyse de l'aspartame est un alcool très toxique. L'étiquette d'une boisson ≪ *light* ≫ indique la teneur de cette boisson en aspartame : 0,5 g.L^{-1}.

2.4.1 Calculer la masse maximale de méthanol susceptible d'étre libérée par un litre de cette boisson sachant qu'une mole d'aspartame donne une mole de méthanol.

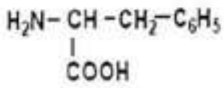
2.4.2 Quel volume maximal de boisson ≪ *light* ≫ peut consommer, en un jour, un diabetique de masse 63kg sachant que la dose journalière acceptable est de 4,35 mg de méthanol par kilogramme de corporelle ?

<u>On donne :</u>

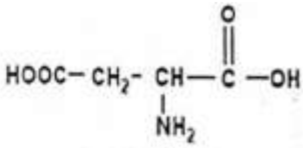
- Masses molaires en g.mol^{-1} : pour l'aspartame 294 et pour le méthanol 32.
- Les formules semi-développées de l'aspartame et d'autres composés évoqués dans l'énoncé.



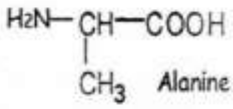
Aspartame



Phénylalanine



Acide aspartique



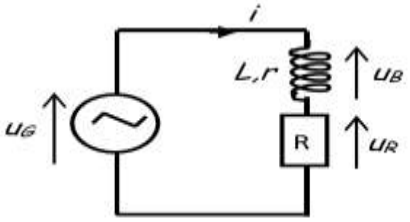
Alanine

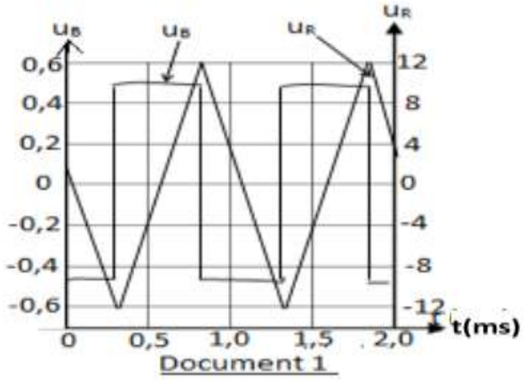
<u>EXERCICE 3</u> : (05 points)

En travaux pratiques, un groupe d'élèves réalise des montages pour illustrer des phénomènes électriques étudiés en cours théorique et déterminer expérimentalement les grandeurs caractéristiques de quelques composants électriques.

3.1 Etude d'un phénomène :

Le groupe d'élèves réalise le circuit comprenant en série une bobine d'inductance L = 0,1H de résistance r = 10Ω, une résistance R = 10kΩ et un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension périodique triangulaire d'amplitude U_m = 12,0V et de fréquence réglable. (Voir schéma du circuit ci-après).





Document 1

3.1.1)

a) Reproduire le schéma du circuit et y représenter les branchements que le groupe d'élèves doit effectuer pour visualiser les tensions u_G aux bornes du générateur sur la voie 1 et u_R aux bornes du résistor sur la voie 2 de l'oscilloscope.

b) L'une de ces tensions permet d'observer de l'intensité i du courant. Laquelle ? Justifier la réponse.

3.1.2) On raisonne toujours avec le schéma ci-dessus.

a) Exprimer la tension u_B aux bornes de la bobine en fonction de u_G et u_R.

b) Exprimer la tension u_B aux bornes de la bobine en fonction de r, i et de la f.e.m d'auto-induction e dans la bobine en respectant l'orientation choisie, puis en fonction de r, L, i et $\frac{di}{dt}$.

3.1.3) Le document 1 ci-avant donne l'allure des tensions u_B et u_R ; il est obtenu par saisie automatique puis traitement informatique des tensions visualisées.

a) Déterminer la période T de l'intensité du courant.

b) Déterminer l'amplitude I_m (valeur maximale atteinte) de l'intensité du courant.

3.1.4) On considère sur le document 1, une dem-période oû la tension u_B est positive.

a) Déterminer une valeur approchée de la tension u_B en admettant qu'elle est constante

b) Calculer la dérivée par rapport au temps de l'intensité du courant ($\frac{di}{dt}$).

c) En déduire l'ordre de grandeur de la valeur L de l'inductance de la bobine en négligeant l'influence de la résistance r.

d) La résistance r de la bobine étant égale à 10 Ω, comparer rI_m et $|e|$ et en déduire si l'hypothèse formulé en c) était justifiée.

3.2) Une application :

Le groupe d'élèves réalise un nouveau montage (figure ci-dessous) en plaçant en série :

- Le GBF (dont une des bornes de sortie est reliée à la masse) qui délivre maintenant une tension alternative symétrique, en créneaux ;
- La bobine utilisée dans la partie 3.1 ;
- Un conducteur ohmique de résistance R' = 500Ω
- Un dipôle X.

On visualise la tension u_X aux bornes de ce dipôle. On obtient le document 2 ci-après

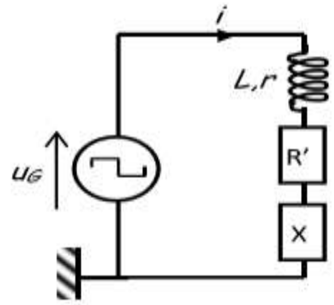
3.2.1 Comment appelle-t-on le phénomène visualisé sur ce document.

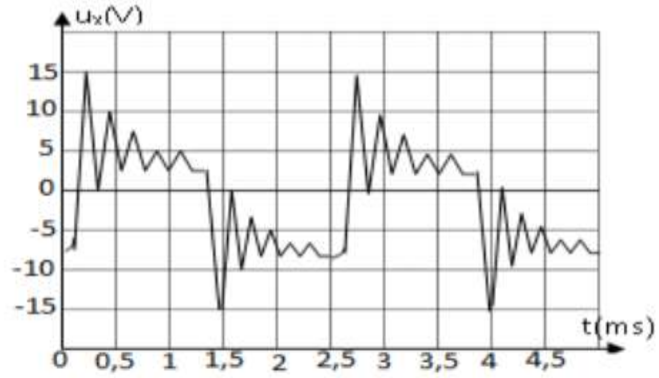
3.2.2 Identifier le dipôle X parmi les dipôles suivants : conducteur ohmique ; bobine ; condensateur.

3.2.3)

a) Donner l'ordre de grandeur de la pseudo-période.

b) En déduire une valeur approchée de la grandeur caractéristique du dipôle X en assimilant la pseudo-période à la période propre (période lorsque l'influence des résistances est négligeable).





Document 2

<u>EXERCICE 4 :</u> (05 points)

On dispose de trois dipôles :

- Un conducteur ohmique de résistance R.
- Un condensateur parfait de capacité C.
- Une bobine d'inductance L et de résistance r.

On réalise un circuit en montant ces trois composants en série avec un générateur délivrant une tension alternative sinusoïdale de fréquence N variable et de valeur efficace U constante (figure 4).

4.1 Dans une première expérience on choisit $N = N_1$:

Un oscilloscope est branché comme l'indique la figure 4, et permet de suivre les variations de deux tensions sur les voies Y_1 et Y_2, l'oscillogramme obtenu est reproduit sur la figure 5.

4.1.1 Préciser la tension visualisée sur chaque voie ? Pour chaque tension on précisera sa valeur efficace.

4.1.2 Déterminer la fréquence N_1 des tensions visualisées.

4.1.3 Quelle est, des deux tensions, celle qui est en avance sur l'autre ? Justifier.

4.1.4 Déterminer le déphasage $\Delta\varphi$ de l'intensité instantanée i(t) qui parcourt le circuit par rapport à la tension u(t) aux bornes du générateur. En déduire $cos\Delta\varphi$.

Représenter la construction de Fresnel dans le cas étudié, puis donner l'expression de l'intensité maximale Imax en fonction de R, r, $cos\Delta\varphi$ et U_m (valeur maximale de la tension aux bornes du générateur).

4.1.5 L'intensité efficace du courant dans le circuit étant de 59mA, déterminer la valeur de la résistance R du conducteur ohmique et celle de la résistance r de la bobine.

4.2 Dans une deuxième expérience : on fixe la fréquence du générateur à la valeur N_2 et on branche dans le circuit

trois voltmètres V_1, V_2, V_3 comme l'indique la figure 6.

On trouve respectivement les tensions $U_1 = 4{,}38V$; $U_2 = 0{,}57V$; $U_3 = 4{,}95V$.

4.2.1 Montrer que dans ces conditions, le circuit est le siège d'une résonnance d'intensité.

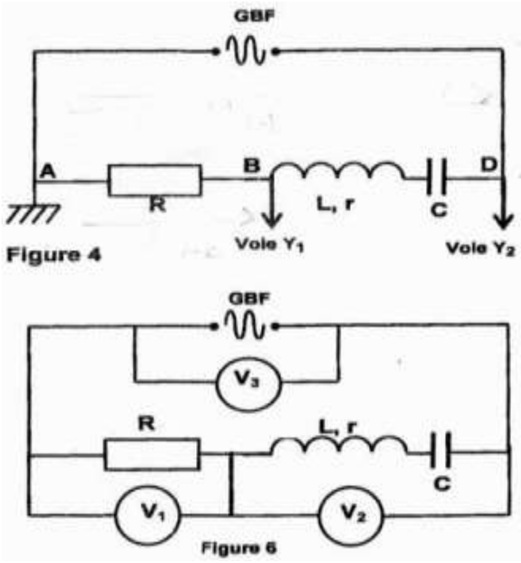
4.2.2 Dans ces conditions, quelle est l'indication d'un ampèremètre monté en série dans le circuit.

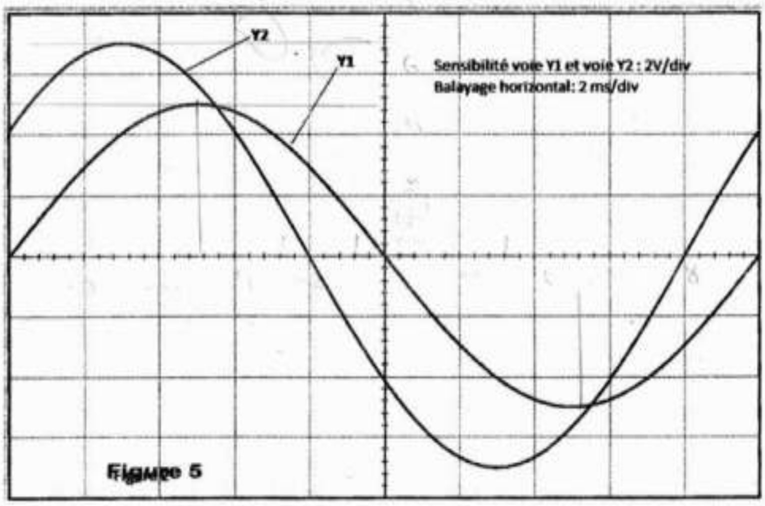
4.2.3 Donner l'expression de la fréquence N_2 en fonction de L et C.

4.3 Pendant une troisième expérience : on enlève le conducteur ohmique de résistance R et on alimente le circuit par le même générateur GBF. Pour une fréquence $N_3 = 55{,}7$ Hz on constate que les tensions efficaces aux bornes du générateur, aux bornes de l'ensemble du circuit sont égales.

4.3.1 Faire la construction de Fresnel correspondante et préciser la nature inductive ou capacitive du circuit.

4.3.2 En déduire les valeurs de L, C et N_2.





<u>EXERCICE 5 :</u> (04 points)

Le cobalt $^{60}_{27}C_o$ est radioactif β^-.

5.1) A la date t = 0s, on dispose d'un nombre N_0 de $^{60}_{27}C_o$. A la date t quelconque, on détermine le nombre N de noyau non désintégrés. Les résultats sont regroupés dans le tableau suivant :

t(ans)	5	15	25	35	45
N(10^{18} noyaux)	5,21	1,40	0,379	0,102	0,0276
ln(N)					

5.1.1 Compléter le tableau. (ln représente le logarithme népérien)

5.1.2 Tracer le graphe ln(N) = f(t). Echelles : **<u>Abscisse</u>** : 1 cm pour 5 ans ; **<u>ordonnée</u>** : 2 cm pour 1 unité de ln(N).

NB : On prendra comme origine des axes t = 0 an et ln(N) = 37.

5.1.3 Donner l'expression de N en fonction de t, de N_0 et de la constante radioactive λ. En déduire l'expression de ln(N) en fonction de t, de N_0 et de λ.

5.1.4 Déduire du graphe, la valeur de la constante radioactive λ du cobalt 60 et de celle de N_0.

5.1.5 Calculer la période T du cobalt 60.

5.1.6 Calculer l'activité initiale de la source radioactive.

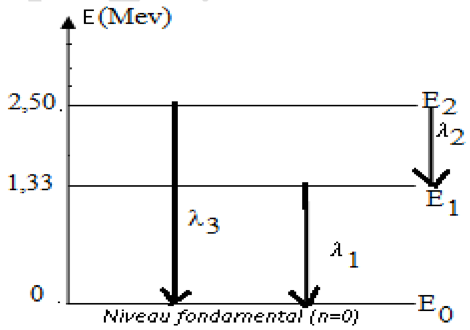
5.2) Le noyau $^{A}_{Z}N_i$ issu de la désintégration du cobalt 60 revient à son état fondamental E_0 en passant par deux états excités E_2 et E_1 comme l'indique le diagramme ci-après :

5.2.1 Ecrire d'équation de la désintégration produite en indiquant les lois de conservations utilisées.

5.2.2 Calculer les longueurs d'onde des deux photons γ émis lors de la désexcitation du noyau fils.

5.2.3 En déduire la longueur d'onde λ_3 correspondant à la transition de E_2 à E_0.

On donne : 1ev = $1,6.10^{-19}$ J ; h = $6,02.10^{-34}$ J.s ; C = 3.10^8 m.s^{-1}



COMPOSITION DU SECOND SEMESTRE TS2-2018 : 4 HEURES

<u>Exercice 1</u> : **(4 points)**

Les protéines sont des macromolécules, communément appelées polypeptides qu'on peut obtenir par des réactions de condensation des acides α-aminés. Elles jouent un rôle fondamental en biologie en assurant des fonctions diverses. Certaines d'entre elles ont une fonction hormonale, d'autres une fonction enzymatique c'est-à-dire catalytique dans l'évolution de certaines synthèses biologiques.

On désire synthétiser un dipeptide P à partir de la glycine de formule **$NH_2 - CH_2 - COOH$** et d'un autre acide α – aminé dont la formule peut s'écrire : **$R - CH(NH_2) - COOH$**.

Dans un premier temps, on procède à l'identification du radical alkyle **R** :

<u>1.1.</u> Ecrire l'équation-bilan de la réaction suivante en déterminant A et B :

$\mathbf{R - CH(NH_2) - COOH \longrightarrow A + B}$, Où **B** est un **composé organique** et **A** un **composé gazeux** qui trouble l'eau de chaux. **(0,5 pt)**

<u>1.2.</u> Quelle est la fonction chimique et la classe de B ? **(0,25 pt)**

<u>1.3.</u> On dissout une masse m = 135 mg de B dans très peu d'eau. La solution obtenue est neutralisée par une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 0{,}2\ mol.L^{-1}$. L'équivalence est obtenue pour un volume $V_a = 15mL$. Déterminer :

<u>1.3.1.</u> Le nombre de moles de B (n_B) ayant réagi et en déduire la masse molaire M_B de B, **(0,25 pt)**

<u>1.3.2.</u> La formule brute et la formule semi-développée de B. **(0,25 pt)**

<u>1.4.</u> Donner la formule semi-développée de l'acide α – aminé et son nom systématique. **(0,5 pt)**

<u>1.5.</u> Cet acide α – aminé est-il chiral ? Justifier. **(0,25 pt)**

<u>1.6.</u> Donner la représentation de Fischer de ses deux énantiomères. **(0,5 pt)**

<u>1.7.</u> On procède maintenant à la synthèse sélective du dipeptide P dans lequel la glycine est l'acide α – aminé N-terminal.

<u>1.7.1.</u> Donner la formule semi-développée du dipeptide P et encadrer la liaison peptidique. **(0,5 pt)**

<u>1.7.2.</u> En utilisant les produits suivants : **$R_1 - OH$**, **$R_2 - (CO)Cl$** et **$SOCl_2$**, donner les grandes étapes de la synthèse sélective de P tout en écrivant les équations complètes des réactions mises en jeu. **(1 pt)**

<u>Exercice 2</u> : **04 points**

<u>2.1.</u> On prépare 100mL d'une solution d'acide chlorhydrique 0,05 mol/L par dilution d'un volume V_1 de solution chlorhydrique de concentration molaire 1mol/L. Déterminer le volume V_1. **(0,25 pt)**

<u>2.2.</u> La solution d'acide chlorhydrique 0,05 mol/L est ajoutée progressivement à 20 mL d'une solution aqueuse de monoéthylamine ($C_2H_5NH_2$) dans le but de doser celle-ci.

Un pH-mètre permet de suivre l'évolution du pH du mélange au cours de cette manipulation. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-après où V_a représente le volume d'acide versé :

Va (mL)	0	5	10	15	20	25	30	35	36	38	40	43	45	50
pH	11,8	11,4	11,1	10,9	10,7	10,5	10,2	9,8	9,7	9,3	6,1	2,7	2,4	2,1

<u>2.2.1</u> Faire le schéma du montage de dosage. **(0,25 pt)**

<u>2.2.2</u> Ecrire l'équation de la réaction de dosage. **(0,25 pt)**

<u>2.2.3</u> Tracer la courbe pH= f (Va). On prendra comme échelles : **en abscisses :** 1cm pour 4mL, **en ordonnées** : 1cm pour une unité pH. **(0,5 pt)**

<u>2.2.4</u> Déterminer les coordonnées du point équivalent par une méthode que l'on précisera. **(0,25 pt)**

<u>2.2.5</u> En déduire :

<u>2. 2.5.1</u> La concentration molaire Cb de la solution de monoéthylamine. **(0,25 pt)**

<u>2. 2.5.2</u> Le pKa du couple associé à la monoéthylamine. **(0,25 pt)**

<u>2.2.3.</u> Calculer les concentrations molaires volumiques des espèces présentes dans le mélange lorsque le volume d'acide versé est de 30mL. Retrouver la valeur du pKa à l'aide des valeurs trouvées. **(01 pt)**

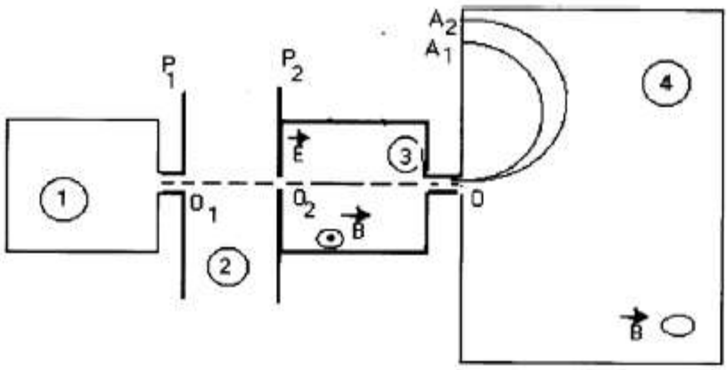
<u>2.2.4.</u> On désire préparer une solution tampon :

<u>2.2.4.1</u> Qu'est qu'une solution tampon ? Quelles sont ses propriétés caractéristiques ? **(0,5pt)**

<u>2.2.4.2</u> On désire obtenir 100mL d'une solution tampon à partir de la solution de monoéthylamine précédente et de la solution d'acide chlorhydrique 0,05 mol/L. Déterminer les volumes V_a et V_b d'acide et de base à utiliser. **(0,5 pt)**

Exercice 3 : **(4 points)**

Dans cet exercice le mouvement des ions se fait dans le vide et on néglige leur poids devant celui des autres forces. On utilise le spectrographe de masse de la figure pour séparer les isotopes ^{79}Br et ^{81}Br



Les atomes sont d'abord ionisés dans la (chambre1) d'ionisation. Les ions formés portent alors la même charge q = - e et sortent de cette chambre en un point O_1 avec une vitesse de valeur négligeable. Puis ils sont accélérés dans la (chambre 2) d'accélération par la tension $U = V_{P_1} - V_{P_2}$ appliquée entre les deux plaques P_1 et P_2 et arrivent en O_2 avec des vitesses de même direction et de même sens mais ayant des valeurs différentes.

Afin de sélectionner une seule vitesse $\vec{v}_0$ en O, on impose aux ions, dans le filtre de vitesse (chambre 3) un champ magnétique $\vec{B}$ et un champ électrique $\vec{E}$ comme l'indique la figure.

3.1. Montrer que l'énergie cinétique est la même pour tous les ions en O_2. **(0,5 pt)**

3.2. Déterminer le sens de $\vec{E}$ pour que la force électrique $\vec{F_e}$, soit opposée à la force magnétique $\vec{F_m}$. **(0,5 pt)**

3.3. Montrer que la vitesse v_0 au point O est indépendante de la charge électrique q. Calculer v_0 si $E = 2.10^3 V.m^{-1}$ et B = 0,05 T. **(1 pt)**

3.4. Les ions ainsi sélectionnés arrivent théoriquement avec la vitesse $\vec{v}_0$ dans (la chambre 4) de déviation où ils sont soumis uniquement au champ magnétique précédent.

3.4.1. Préciser le sens du vecteur $\vec{B}$ pour que les ions parviennent en A_1 et A_2. **(0,5 pt)**

3.4.2. Montrer que le mouvement des ions dans cette chambre est circulaire et uniforme. En déduire l'expression des rayons R_1 et R_2 des trajectoires en fonction de e, v_0, B et $m_1$ou m_2. **(1 pt)**

3.4.3. Calculer la distance entre les points A_1 et A_2. On précisera à quel ion correspond chaque point. **(0,5 pt)**

On donne : $e= 1,6.10^{-19}C$; $m_P= m_N=1,6.10^{-27}kg$.

Exercice 4 : **(4,5 points)**

On étudie la charge et la décharge d'un condensateur à travers un conducteur ohmique, pour cela on réalise le montage (fig.1) comportant :

- Un générateur idéal de tension de f.e.m E. (fig.1)
- Deux conducteurs ohmiques de résistances R_1 =2 kΩ et R_2 inconnue.
- Un condensateur de capacité C d'armatures A et B.
- Un interrupteur à deux positions 1 et 2.

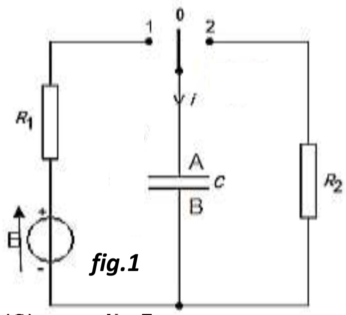


fig.1

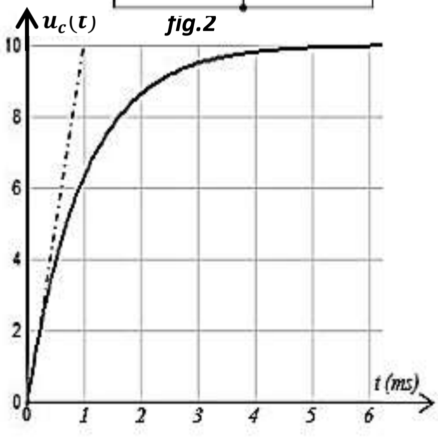


fig.2

➢ **La charge du condensateur :**

4.1. Le condensateur étant initialement déchargé, A la date t = 0s, on bascule l'interrupteur en position 1. Reproduire le schéma nécessaire pour la charge et représenter par des flèches, les tensions u_c aux bornes du condensateur et u_{R1} aux bornes du résistor R_1. **(0,5 pt)**

4.2. Donner l'expression de u_{R1} en fonction de l'intensité du courant i et de R_1. Que peut-on conclure à partir de cette relation ? **(0,25 pt)**

4.3. Etablir l'expression de i(t) en fonction de C et de $u_c(t)$. **(0,25 pt)**

4.4. On se propose d'étudier les caractéristiques de ce dipôle.

4.4.1. Etablir l'équation différentielle régissant les variations de $u_c(t)$. **(0,25 pt)**

4.4.2. Trouver A, B et α pour que $u_c = A + Be^{-\alpha t}$ soit solution de l'équation différentielle. **(0,5 pt)**

4.4.3. Définir la constante de temps τ d'un dipôle RC. Montrer que τ est homogène à un temps. **(0,5 pt)**

4.5. Exploitation de la courbe.

4.5.1. A partir de la courbe $u_c=f(t)$ (**fig.2**), prélever la valeur de la f.e.m E du générateur et celle de la constante de temps τ_1 du dipôle R_1C. Déduire la valeur de la capacité C du condensateur. **(0,5 pt)**

4.5.2. Définir la charge d'un condensateur. Calculer la charge de l'armature B du condensateur à $t=\tau_1$ **(0,25 pt)**

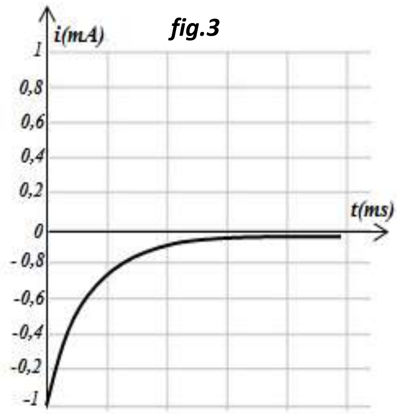
➢ **La décharge du condensateur :**

4.6. Lorsque le condensateur est complètement chargé, on bascule le commutateur K en position 2 à un instant choisi comme nouvelle origine des dates.

4.6.1. Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit $u_{R2}(t)$. **(0,25 pt)**

4.6.2. Vérifier que $\mathbf{u_{R2} = -Ee^{-t/\tau_2}}$ (avec $\tau_2 = R_2C$) est solution de l'équation différentielle précédente. **(0,5 pt)**

4.7. On donne le graphe qui représente les variations de l'intensité i en fonction du temps (**fig.3**).

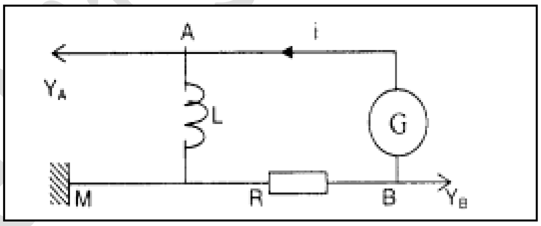


4.7.1. En utilisant le graphe, déterminer R_2 puis calculer τ_2. **(0,5 pt)**

4.7.2. Montrer qu'à la date t= 5ms l'énergie dissipée par effet joule dans le résistor R_2 est $E_{dissipée} = 6{,}845.10^{-6}$ J. **(0,25 pt)**

Exercice 5 : (3,5 points)

On dispose d'un générateur basse fréquence délivrant une tension triangulaire. On associe en série à ce générateur G une bobine d'inductance L, de résistance négligeable et un conducteur ohmique de résistance R = 200 ohms.



5-1.

5-1-1. Quelle est la grandeur électrique observée sur la voie A ? (**0, 25 pt**)

5.1.2. Quelle est celle observée sur la voie B ? (**0, 25 pt**)

5.1.3. Reproduire sur la copie le schéma électrique du circuit et représenter les deux grandeurs électriques précédentes. (**0, 25 pt**)

5.1.4. Les réglages de l'oscilloscope sont les suivants :

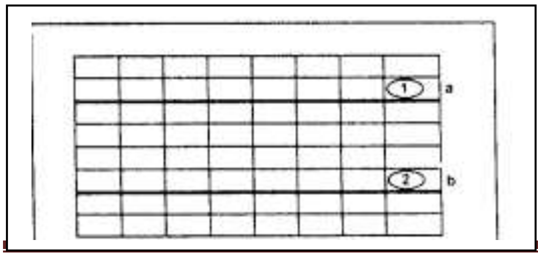
- sensibilité verticale voie A : 200mV/division.

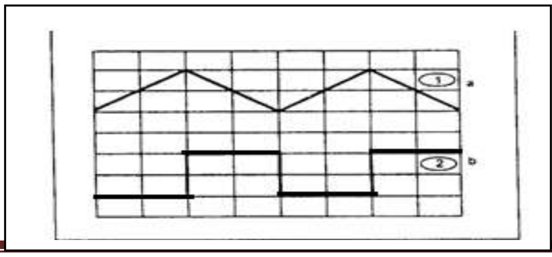
- sensibilité verticale voie B : 5V/division

- durée de balayage horizontal : 1ms/division.

Après avoir réglé les niveaux zéros (courbes 1) des deux voies, on obtient des oscillogrammes représentés ci-dessous (courbes 2).

Quelle est la fréquence de la tension délivrée par le générateur ? (**0, 25pt**)





5-2.

5-2-1. Nommer le phénomène mis en évidence dans cette expérience. Ecrire la relation entre la tension u_{AM} aux bornes de la bobine d'inductance L et l'intensité instantanée i du courant dans le circuit. $(\mathbf{0,5\ point})$

5-2-2. Etablir la relation $u_{AM} = -\frac{L}{R}\frac{du_{BM}}{dt}$ où u_{AM} et u_{BM} sont respectivement les tensions aux bornes de la bobine et du conducteur ohmique. $(\mathbf{0,25\ pt})$

5-2-3. Des deux oscillogrammes notés (a) et (b), retrouver celui qui correspond à la voie A et celui qui correspondant à la voie B. $(\mathbf{0,25\ pt})$

5-3. En utilisant les réglages de l'oscilloscope :

5-3-1. Déterminer les valeurs extrêmes de la tension u_{AM} aux bornes de la bobine. $(\mathbf{0,25\ pt})$

5-3-2. A partir de la demi – période des oscillogrammes calculer $\frac{du_{BM}}{dt}$ $(\mathbf{0,25\ pt})$

5-4.

5-4-1. Déduire des questions **5.3.1** et **5.3.2**. La valeur numérique du rapport : $\tau = \frac{L}{R}$ $(\mathbf{0,25\ pt})$

5-4-2. Que représente la grandeur τ pour le circuit ? Donner sa signification physique $(\mathbf{0,25\ pt})$

5-4-3. En déduire la valeur de l'inductance L $(\mathbf{0,25\ pt})$

5-4-4. Sachant que la bobine a pour longueur l = 50cm et que les spires ont pour rayon moyen r = 5cm, déterminer le nombre de spires que comporte la bobine $(\mathbf{0,25\ pt})$

On donne : $\boldsymbol{\mu_0} = 4\,\pi\,10^{-7}$ SI