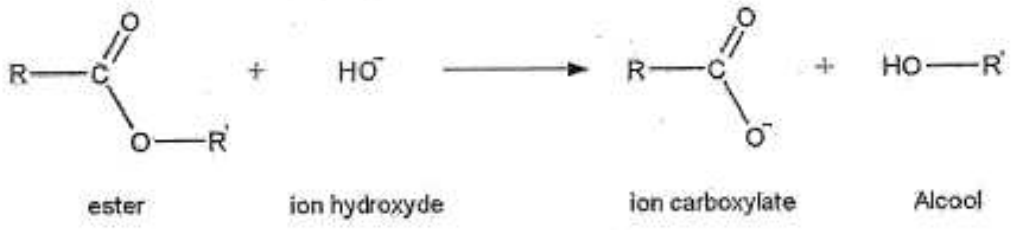
EXERCICE I. HYDROLYSES DES ESTERS (6,5 points)

L'hydrolyse d'un ester conduit à un état d'équilibre chimique pour lequel coexistent un acide carboxylique, un alcool, l'ester et de l'eau.
Lors d'une hydrolyse basique, le réactif utilisé est une solution aqueuse contenant des ions hydroxyde (solution d'hydroxyde de sodium par exemple). L'équation générale d'une réaction d'hydrolyse basique est la suivante :

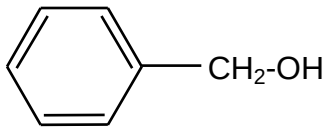


L'ion carboxylate, contrairement à l'acide carboxylique formé lors de l'hydrolyse avec de l'eau, est sans effet sur l'alcool de sorte que la réaction inverse d'estérification n'a pas lieu.
Une application de l'hydrolyse basique est l'obtention de savons. En effet, les réactions de saponification ne sont autres que des réactions d'hydrolyse basique à partir de corps gras qui sont des triesters de glycérol.
Les savons, obtenus par précipitation de l'ion carboxylate formé, sont des carboxylate de sodium ou de potassium. Ces derniers composés sont moins solubles dans l'eau salée que dans l'eau.

L'objectif de l'exercice est d'étudier les propriétés de ces différentes réactions.

L'éthanoate de benzyle CH_3-CO_2-CH_2-C_6H_5 est un ester très parfumé extrait du jasmin. On recueille un échantillon presque pur qu'on fractionne en deux parties égales.

Données :

- formule semi-développée de l'alcool benzylique : 

- masse molaire de l'éthanoate de benzyle : 150 g.mol^{-1}

Les parties 1,2 et 3 sont indépendantes.

1. Hydrolyse d'un ester

La première moitié de l'échantillon précédent est introduite dans un ballon avec une quantité de matière égale d'eau et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Ce ballon, équipé d'un chauffage à reflux, est placé au bain marie. La constante d'équilibre K de la réaction d'hydrolyse qui se produit est égale à 0,25.

1.1. Étude de la réaction d'hydrolyse.

1.1.1. Écrire, en utilisant les formules semi-développées, l'équation de la réaction. Nommer les produits formés.

1.1.2. Donner deux caractéristiques de cette réaction.

1.2. Étude du montage.

1.2.1. Schématiser le montage utilisé. Quel est l'intérêt de ce montage ?

1.2.2. Quel est le rôle de l'acide sulfurique ?

1.3. On note n_0 les quantités de matière initiales de réactifs et x_f l'avancement de la réaction dans l'état final.

1.3.1. Compléter littéralement le tableau d'avancement en **annexe I à rendre avec la copie.**

1.3.2. Définir le taux d'avancement τ de la réaction.

1.3.3. Donner l'expression de la constante d'équilibre K. Montrer que

$$K = \frac{\tau^2}{(1-\tau)^2}$$

1.3.4. Vérifier que le rendement de la réaction est pratiquement égal à 33%.

1.4. Comment évolue le rendement de la réaction lorsqu'on extrait l'alcool du milieu réactionnel ?

2. Hydrolyse basique d'un ester.

On fait réagir la deuxième moitié de l'échantillon précédent avec une solution aqueuse d'hydroxyde de potassium en excès. Le volume V *du mélange réactionnel obtenu est égal à 200 mL. Par dosage de prélèvements successifs de 20,0 mL, on détermine la quantité de matière d'ions hydroxyde restants* $n(HO^-)_{restant}$ *à différentes dates ainsi que l'avancement x de la réaction d'hydrolyse basique. Les résultats sont consignés dans le tableau de* ***l'annexe I à rendre avec la copie****.*

2.1. En exploitant le texte, donner l'intérêt d'une hydrolyse en milieu basique.

2.2. Avancement de la réaction :

2.2.1. En s'aidant éventuellement d'un tableau d'avancement, écrire la relation entre $n(HO^-)_{restant}$ et l'avancement x de la réaction à la date t.

2.2.2. En déduire les valeurs manquantes de x du tableau de **l'annexe I à rendre avec la copie**, aux dates t = 4 min et 6 min.

2.2.3. Sachant que la masse d'éthanoate de benzyle utilisée pour le mélange réactionnel de volume V = 200 mL, est égale à 10,0 g, déterminer la valeur finale de l'avancement, notée x_f.

2.3. Étude de la cinétique de la réaction :

2.3.1. Définir et déterminer le temps de demi-réaction à partir du **graphique de l'annexe I à rendre avec la copie.**

2.3.2. Comment varie la vitesse de réaction au cours du temps ? Pourquoi ?

2.3.3. Représenter sur le graphique l'allure de la courbe que l'on obtiendrait en chauffant le mélange réactionnel.

3. Obtention d'un savon.

Pour obtenir un savon, on réalise à chaud l'hydrolyse basique du tributyrate de glycéryle ou butyrine avec une solution aqueuse d'hydroxyde de potassium. Pour récupérer le savon, on effectue une opération appelée relargage.
On notera RCOOH l'acide butyrique.

3.1. Écrire la formule semi-développée du glycérol (propan-1,2,3-triol) ainsi que celle du tributyrate de glycéryle.

3.2. Quel est l'intérêt de l'opération de relargage, qui consiste à ajouter de l'eau salée au mélange réactionnel.

ANNEXE I À RENDRE AVEC LA COPIE

1 .Hydrolyse d'un ester

Question 1.3.1.

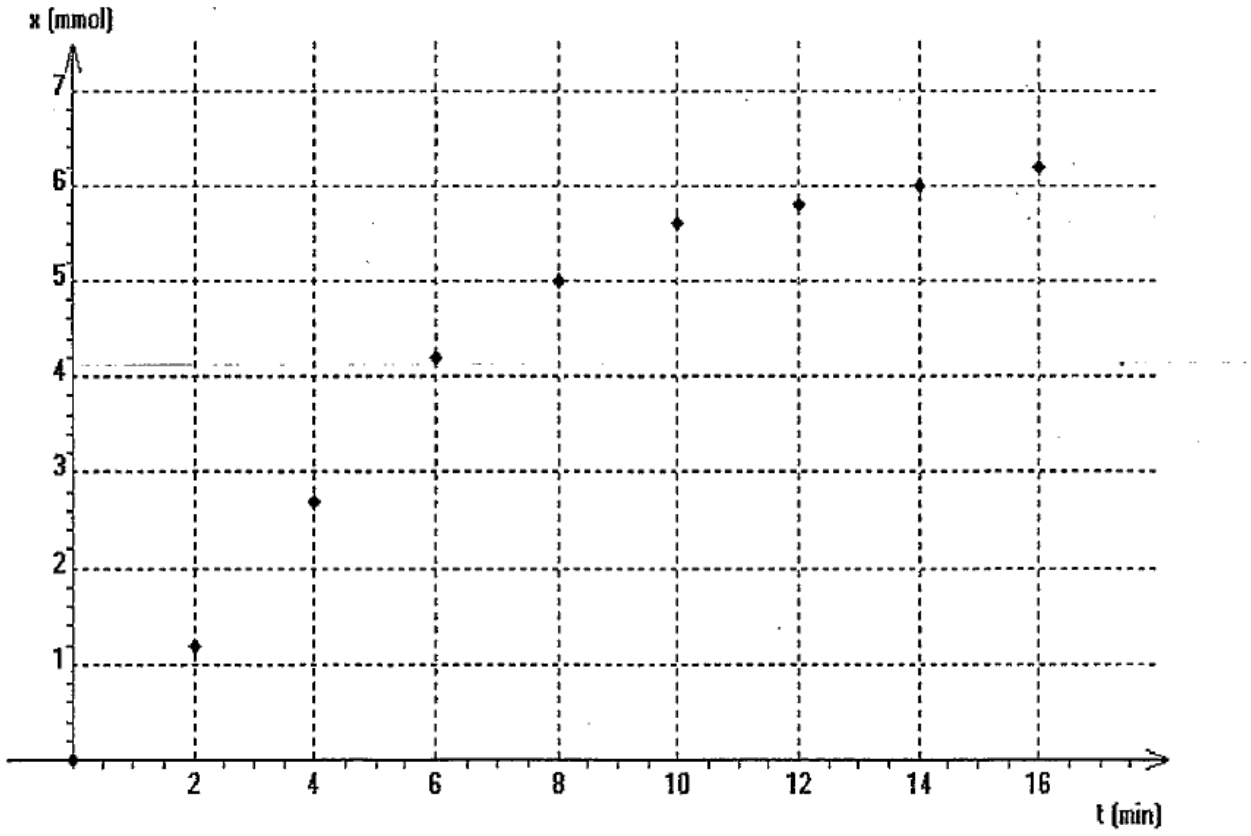
équation chimique		Ester + H_2O = +			
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
État initial	0				
État intermédiaire	x				
État final	x_f				

2. Hydrolyse basique d'un ester

Question 2.2.2.

Date t (min)	0	2	4	6	8	10	12	14	16
$n(HO^-)_{restant}$ (10^{-3} mol)	10	8,8	7,3	5,8	5,0	4,4	4,2	4,0	3,8
x (10^{-3} mol)	0	1,2			5,0	5,6	5,8	6,0	6,2

Question 2.3.1.



BAC S Amérique du nord 2011

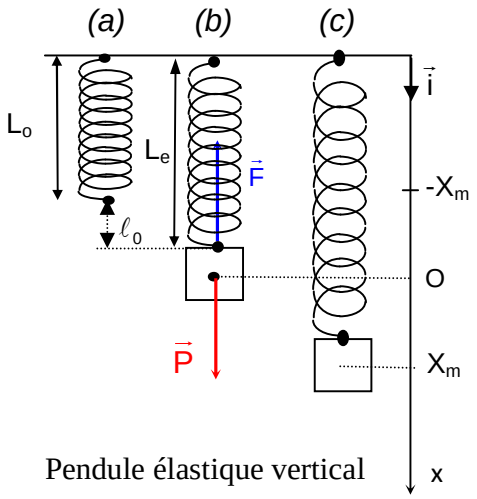
EXERCICE III : CONSTANTE DE RAIDEUR D'UN RESSORT (4 points)

Au cours d'une séance de travaux pratiques, on souhaite étudier les caractéristiques d'un pendule élastique.
Pour cela, on dispose d'un pendule élastique vertical constitué d'un ressort, de masse négligeable et de constante de raideur k, *auquel on accroche un solide de masse* m.
Le ressort s'allonge alors d'une longueur ℓ_0 *: une position d'équilibre est atteinte.*
À partir de cette position d'équilibre, on étire le ressort verticalement puis on le lâche.
Le système effectue alors des oscillations libres de part et d'autre de sa position d'équilibre avec une amplitude X_m *et une pseudo-période* T.

Le schéma ci-dessous représente le dispositif :

(a) Ressort à vide (longueur L_0)
(b) Ressort à l'équilibre : phase statique (longueur L_e)
(c) Ressort en oscillation : phase dynamique

La position du centre d'inertie du solide est repérée par son abscisse x dans le repère $(O, \vec{i})$.



Pendule élastique vertical

Intensité de la pesanteur : g = 9,8 N.kg^{-1}.

1. Étude statique

On mesure l'allongement ℓ_0 *du ressort pour différentes valeurs de masse m. Les résultats expérimentaux sont rassemblés dans le tableau suivant :*

Masse m (10^{-3} kg)	20	40	60	80	100
Allongement ℓ_0 (10^{-2} m)	4,0	8,1	12,2	16,2	20,2

1.1. Exprimer l'allongement ℓ_0 en fonction de L_0 et de L_e.

1.2. Établir, en justifiant, la relation entre m, g, k et ℓ_0 à l'équilibre.

1.3. En utilisant le graphique figure 1 de **l'annexe II à rendre avec la copie**, déterminer la valeur de la constante de raideur k du ressort.

2. Étude dynamique

Pour les même valeurs de masse m que dans la partie 1, on mesure avec un chronomètre la durée de dix oscillations. Les résultats expérimentaux sont donnés ans le tableau suivant :

Masse m (10^{-3} kg)	20	40	60	80	100
Durée de dix oscillations (s)	4,06	5,75	6,95	8,03	8,96

2.1. Pour un oscillateur non amorti, l'équation différentielle vérifiée par l'abscisse x du centre d'inertie du solide s'écrit : $m.\frac{d^2x}{dt^2} + k.x = 0$.

Dans le cas présent, la solution de cette équation est : $x = X_m.\cos(\frac{2\pi t}{T_0})$

2.1.1. Que représente T_0 ?

2.1.2. Montrer que : $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$.

2.2. En réalité, l'amplitude du mouvement ne reste pas constante. Le mouvement est alors qualifié de pseudo-périodique.

2.2.1. Comment évolue l'amplitude du mouvement au cours du temps ?

Comment le justifier ?

2.2.2. À quelle condition, la pseudo-période T est-elle très proche de T_0 ?

Dans la suite de l'exercice, on considérera que cette condition est vérifiée.

2.2.3. Comment procéder pour que la mesure de T soit la plus précise possible ?

2.2.4. Choisir l'une des représentations fournies sur la figure 2 de **l'annexe II à rendre avec la copie** pour déterminer la valeur de k et la calculer.

ANNEXE II À RENDRE AVEC LA COPIE

Exercice III :
constante de raideur du ressort
1. Étude statique
question 1.3

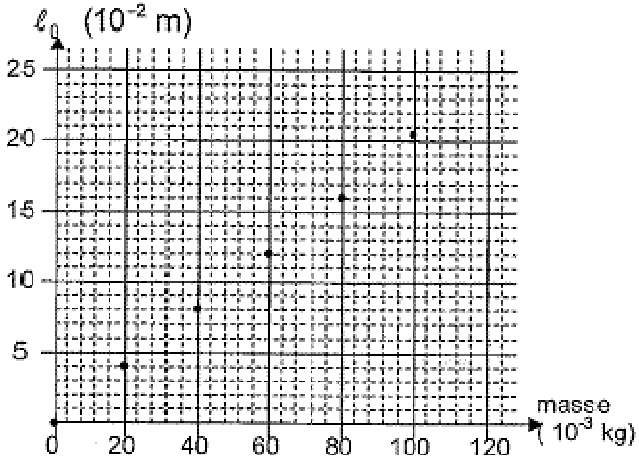


figure 1

Exercice III :
constante de raideur du ressort
2. Étude dynamique
question 2.2.4

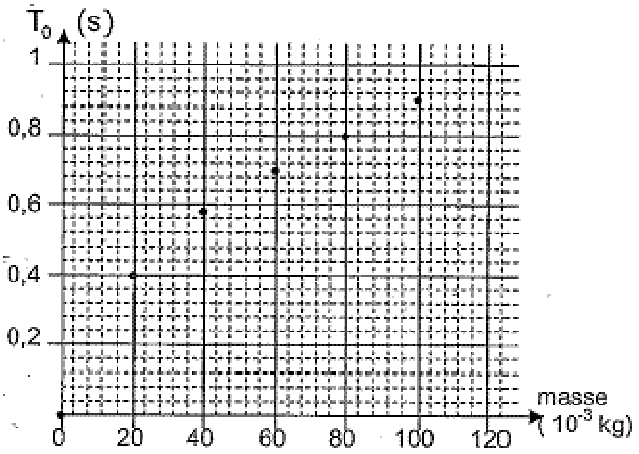


figure 2a

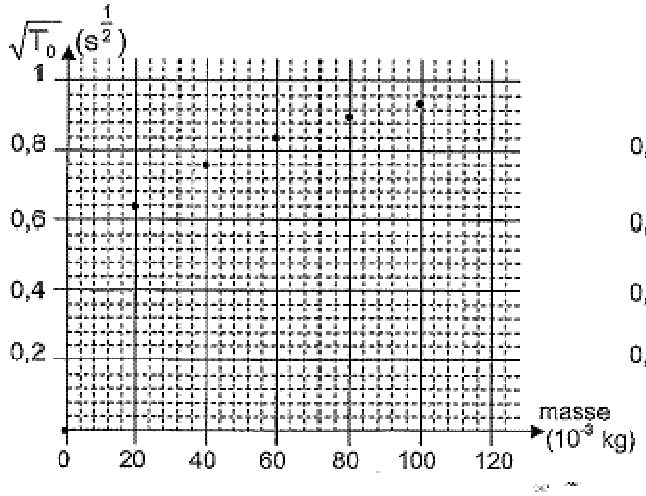


figure 2b

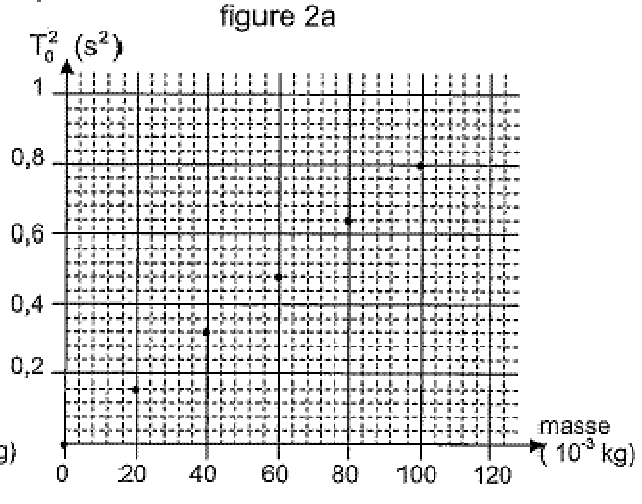


figure 2c

Bac S 2011 Amérique du Nord
EXERCICE III. RÉALISATION D'UNE MODULATION D'AMPLITUDE (4 points)

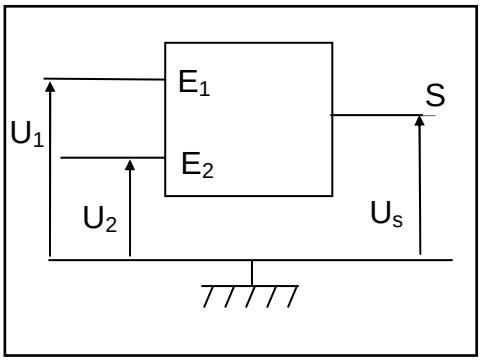
Des élèves de terminale S doivent mettre en œuvre un montage permettant de simuler une modulation d'amplitude. Au laboratoire, ils disposent du matériel suivant :

- *deux générateurs basse fréquence (GBF) délivrant une tension sinusoïdale réglable en fréquence ;*
- *un oscilloscope bicourbe : voies Y_1 et Y_2 ;*
- *des fils de connexion ;*
- *un circuit multiplieur (schéma ci-contre).*

Le multiplieur est un circuit intégré, à deux entrées E_1 et E_2 et une sortie S telle que :

$$U_S = k.U_1.U_2$$

où k est la constante caractéristique du multiplieur.



1. Principe de la modulation d'amplitude

1.1. Pourquoi n'est-il pas possible de transmettre une onde sonore sur de grandes distances ?

1.2. Pourquoi est-il possible d'utiliser une porteuse de grande fréquence ?

2. Réalisation du montage

2.1. Compléter le schéma de la figure 1 en **annexe II à rendre avec la copie** en y ajoutant les deux GBF et les flèches tensions notées $u_P(t)$ pour la porteuse, $u_1(t)$ pour le signal modulant et s(t) pour le signal modulé.

2.2. Sur le même schéma, représenter les fils de connexion à l'oscilloscope permettant de visualiser $u_1(t)$ sur la voie 1 et $u_P(t)$ sur la voie 2.

2.3. *Étude de l'onde porteuse*

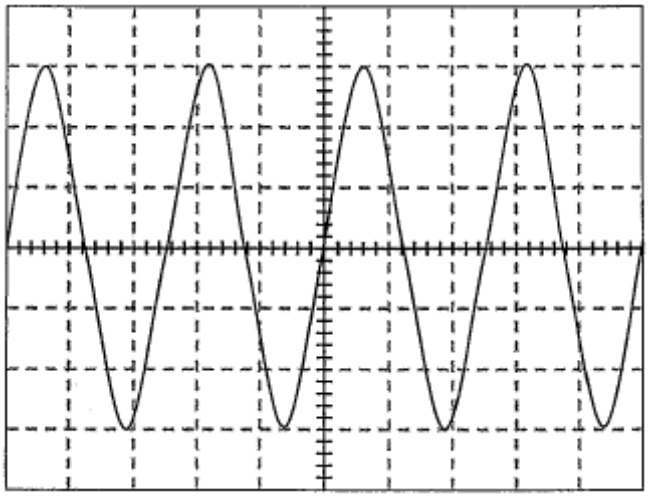
Pour simuler l'onde porteuse, le GBF délivre la tension sinusoïdale $u_P(t)$ d'amplitude U_P = 2,5 V et de fréquence f_P = 3000 Hz. L'oscilloscope est réglé pour visualiser la voie 1 avec une sensibilité horizontale de 0,1 ms.div^{-1} et une sensibilité verticale de 1 V.div^{-1}.
Cette tension a pour expression : $u_P(t) = U_P.\cos(2\pi.f.t)$

2.3.1. Calculer la période T_P de la porteuse.

2.3.2. Représenter cette tension sur la figure 2 en **annexe II à rendre avec la copie.**

2.4. *Étude du signal modulant*
Pour simuler le signal modulant le GBF délivre une tension $u_1(t)$ représentée ci-contre.

Sensibilité verticale : 0,5 V/div.



2.4.1. Choisir, en justifiant la réponse, l'expression de la tension $u_1(t)$:
$u_1(t) = U_1.\cos(2\pi.f_1.t)$ ou $u_1(t) = U_1.\cos(2\pi.f_1.t) + U_0$

2.4.2. Choisir, en justifiant la réponse, la fréquence f_1 que doit délivrer le GBF :
f_1 = 10 000 Hz ou f_1 = 100 Hz.

2.4.3. Déterminer l'amplitude U_1 de la tension.

2.5. Étude du signal modulé en amplitude

Le signal modulé en amplitude s(t) est représenté sur la figure 3 en **annexe II à rendre avec la copie**. L'amplitude de la tension modulée, notée U_m, varie entre deux valeurs extrêmes, notées U_{min} et U_{max}.

On admettra que le taux de modulation m s'exprime par : $m = \dfrac{U_{max} - U_{min}}{U_{max} + U_{min}}$.

2.5.1. Faire apparaître U_{min} et U_{max} sur l'oscillogramme de la figure 3 en **annexe II à rendre avec la copie**.

2.5.2. Calculer m.

2.5.3. Quelle condition sur m permet d'éviter une surmodulation ?

3. Ondes modulée réelle

Les valeurs des fréquences utilisées précédemment ne correspondent pas à celles utilisées dans la réalité car elles nécessiteraient d'utiliser des antennes beaucoup trop grandes. Les ondes hertziennes kilométriques, appelées « grandes ondes », ont une longueur d'onde λ comprise dans l'intervalle [1052 m ; 2000 m]. La célérité des ondes électromagnétiques dans l'air, c, a pour valeur :
$c = 3{,}0\times10^{8}$ m.s^{-1} .

Calculer l'ordre de grandeur de la fréquence des ondes hertziennes.

ANNEXE II À RENDRE AVEC LA COPIE

Question 2.1

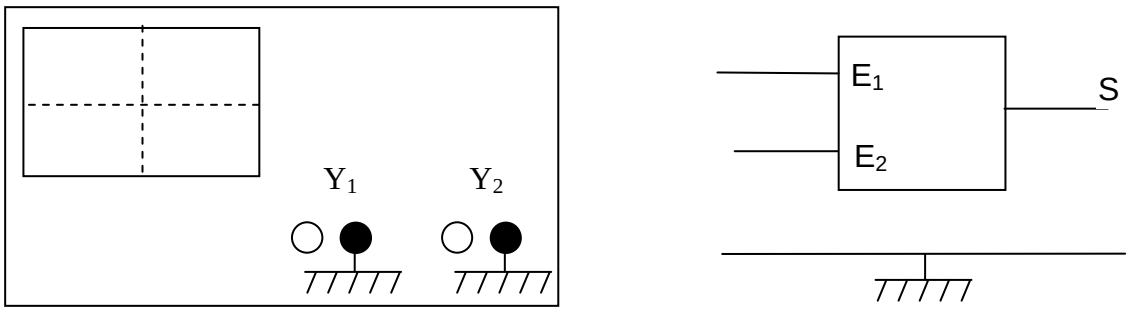
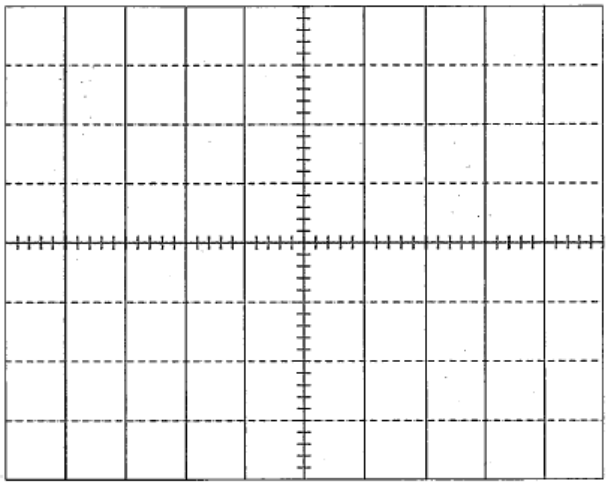


Figure 1

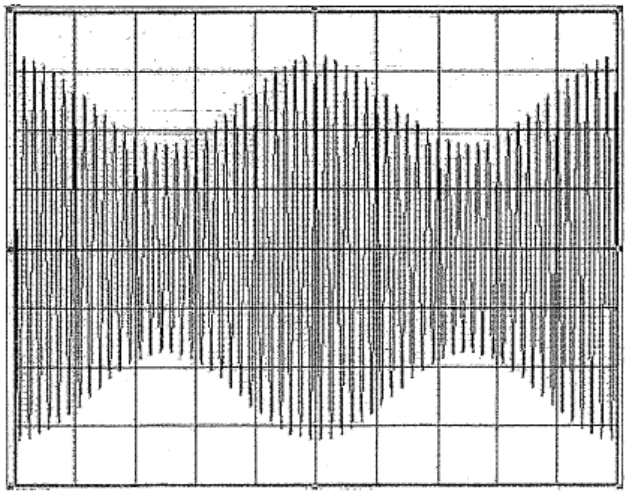
Question 2.3.2

Figure 2



Question 2.5.2

Figure 3



Sensibilité verticale :
$2\ V.div^{-1}$

Sensibilité horizontale :
$2\ ms.div^{-1}$

Bac S 2011 Amérique du Nord

EXERCICE II. MATIÈRE ET ANTIMATIÈRE (5,5 points)

Où est passée l'antimatière ?

« Il est communément admis par les scientifiques que, juste après le Big Bang, l'énorme quantité d'énergie disponible dans notre Univers naissant s'est transformée en des quantités égales de matière et d'antimatière.
Particules et antiparticules étant de même masse mais de charges opposées auraient dû tout naturellement s'annihiler les unes aux autres, débouchant sur un univers rempli de rayonnement mais vide de matière.
Manifestement, l'Univers dans lequel nous vivons aujourd'hui est constitué de matière et aucun atome d'antimatière à l'état naturel n'a pu être découvert. Les antiparticules ne sont produites que lors d'interactions de particules cosmiques avec l'atmosphère terrestre. C'est ainsi qu'en 1933 ont été découverts les premiers positons (anti électrons de charge positive). La disparition de l'antimatière dans l'univers est donc une énigme (…) »

D'après Science revue n°36 nov/dec/janv 2009

Les parties 1, 2 et 3 sont indépendantes.

1. L'antimatière au voisinage de la Terre

Les éruptions solaires peuvent créer des paires électron-positon. Celle de juillet 2002 a crée un demi-kilogramme d'antimatière, assez pour couvrir la consommation d'énergie d'un grand pays pendant plusieurs jours.

Données :

Particules	électron	positon	neutron	proton
Masse en kg	$9{,}109\times10^{-31}$	$9{,}109\times10^{-31}$	$1{,}674\ 92\times10^{-27}$	$1{,}672\ 62\times10^{-27}$

Célérité de la lumière dans le vide $c = 2{,}998 \times 10^{8}$ m.s^{-1}
1 eV = $1{,}602 \times 10^{-19}$ J
1 W.h = 3600 J

1.1. Exploitation du texte :

1.1.1. Einstein a proposé une relation : $E = m.c^2$. Nommer et donner l'unité des grandeurs apparaissant dans cette relation.

1.1.2. En s'appuyant sur cette relation, commenter la phrase en gras dans le texte.

1.2. Énergie créée lors de l'éruption solaire de juillet 2002 :

1.2.1. Écrire l'équation de la réaction nucléaire entre un électron et un positon sachant que cette réaction produit deux photons γ de masse nulle.

1.2.2. Calculer l'énergie libérée par la réaction entre un positon et un électron.

1.2.3. En déduire l'énergie créée lors de l'éruption solaire de juillet 2002 et la comparer à la consommation journalière moyenne d'énergie électrique française égale à 1200 GW.h en 2006.

2. La création d'éléments radioactifs artificiels.

L'étude des réactions nucléaires réalisées en bombardant des éléments légers comme l'aluminium par des rayons alpha va conduire Irène et Frédéric Joliot-Curie à observer, au cours de ces réactions, l'émission de neutrons et de positons accompagnant la création d'un élément X qu'ils n'identifient pas tout d'abord.
Ils constatent ensuite que les neutrons et les positons ne sont pas émis simultanément et que la réaction observée se produit en deux temps. Les particules alpha éjectent d'abord des neutrons hors de l'élément léger. Dans le cas de l'aluminium, des noyaux de phosphore 30 (élément X) sont créés suivant l'équation :

alpha + aluminium $\rightarrow$ phosphore 30 + neutron (réaction 1)

Ensuite le phosphore 30 qui est radioactif se désintègre en émettant un positon et en se transformant en silicium (réaction 2).

D'après le site radioactivité.com

Données :

$_{12}Mg$	$_{13}Al$	$_{14}Si$	$_{15}P$	$_{16}S$

Noyaux et particules	phosphore 30	aluminium 27	particule alpha	neutron
Masse en u	29,970 1	26,974 4	4,001 50	1,008 66

- unité de masse atomique : 1 u = 1,660 43 × 10^{-27} kg
- énergie de l'unité de masse atomique :

1 u correspond à une énergie de 931,5 MeV

2.1. Étude de la réaction 1 :

2.1.1. Qu'appelle-t-on « particule alpha » ?

2.1.2. En appliquant les lois de conservation, écrire l'équation de la réaction 1 en utilisant les symboles des noyaux et des particules mis en jeu.

2.1.3. Donner l'expression de la variation d'énergie de la réaction (1).

2.1.4. Calculer sa valeur en MeV. Cette réaction provoque-t-elle une perte de masse ou un gain de masse ?

2.2. Étude de la réaction 2 :

2.2.1. En appliquant les lois de conservation, écrire l'équation de désintégration du phosphore 30 (réaction 2). De quel type de désintégration s'agit-il ?

2.2.2. Cette réaction est-elle spontanée ou provoquée ? Justifier sans calcul si cette réaction provoque une perte ou un gain de masse.

3. Décroissance radioactive du phosphore.

À la date $t_0 = 0$*, on arrête le bombardement des noyaux d'aluminium par les particules alpha. L'activité* A_0 *de l'échantillon de phosphore* 30 *est alors égale à* $7{,}2\times10^{13}$ Bq.
À la date t_1*, l'activité* A_1 *de l'échantillon est égale à* $9{,}0\times10^{12}$ Bq.
À un instant t*, l'activité est notée* A(t).

Donnée : temps de demi-vie du phosphore 30, $t_{1/2} = 156$ s.

3.1. Définir l'activité A(t) d'un échantillon radioactif puis donner l'expression de la loi de décroissance radioactive pour l'activité, en expliquant la signification de chaque terme.

3.2. Définir le temps demi-vie $t_{1/2}$ et montrer que : $t_{1/2} = \dfrac{\ln 2}{\lambda}$, λ étant la constante de désintégration.

3.3. Exprimer t_1 en fonction de A_0, A_1 et $t_{1/2}$ et calculer sa valeur.

3.4. Montrer que l'on aurait pu trouver ce résultat facilement en calculant le rapport de A_0 sur A_1.