BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Session 2012

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Enseignement Obligatoire

Durée de l'épreuve : 3 heures 30 – Coefficient : 6

L'usage des calculatrices est autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

Ce sujet comporte 13 pages numérotées de 1/13 à 13/13

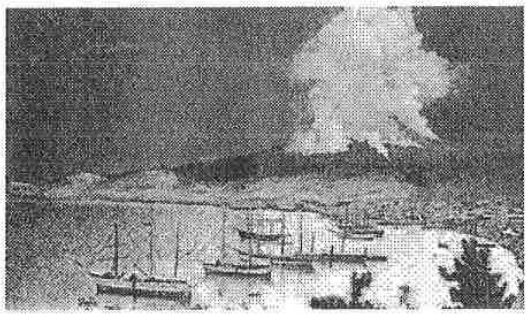
**Les feuilles d'annexes (pages 11/13, 12/13 et 13/13)
SONT À RENDRE AGRAFÉES À LA COPIE**

12PYSCOAN1

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE I : ÉRUPTION DE LA MONTAGNE PELÉE EN 1902 (5 points)



L'éruption de la Montagne Pelée en 1902 détruisit entièrement la ville de Saint-Pierre, alors préfecture de la Martinique.

D'après « 3mats.net »

Il s'agit dans cet exercice de chercher l'ordre de grandeur des vitesses d'éjection de blocs de matière émis lors de cette éruption volcanique et de déterminer l'altitude maximale atteinte par un bloc dans une situation donnée.

On considère, dans le référentiel terrestre supposé galiléen, un bloc de matière de masse m. Ce bloc est assimilé à un point matériel.

Le repère d'étude $(O, \vec{i}, \vec{k})$ est choisi de telle sorte que le vecteur vitesse initiale $\vec{v}_0$ soit dans le plan xOz , incliné d'un angle α par rapport à l'axe (Ox).
L'origine des dates est l'instant où le bloc quitte le point O.



Dans tout l'exercice, on néglige la poussée d'Archimède et les forces de frottement dues à l'air. La valeur de l'intensité de la pesanteur g est prise égale à 9,8 $m.s^{-2}$.

1. Équations horaires du mouvement

1.1. Pourquoi peut-on dire que le bloc est en chute libre ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

1.2. En appliquant la seconde loi de Newton, établir la relation entre le vecteur accélération $\vec{a}$ du centre d'inertie du bloc et le vecteur champ de pesanteur $\vec{g}$ puis donner l'expression des composantes $a_x(t)$ et $a_z(t)$ dans le repère d'étude.

1.3. En déduire les expressions littérales $v_x(t)$ et $v_z(t)$ des composantes horizontale et verticale du vecteur vitesse du bloc.

1.4. Montrer que les expressions des équations horaires du mouvement x(t) et z(t) sont :

$$x(t) = (v_o \,.\, \cos\alpha) \,.\, t$$
$$z(t) = -\frac{1}{2} \,.\, g \,.\, t^2 + (v_o \,.\, \sin\alpha) \,.\, t$$

2. Bloc éjecté du cratère avec une vitesse initiale verticale $\overrightarrow{v_{01}}$

Texte 1 : « Les observations les plus directes concernent la hauteur h atteinte par de gros blocs lancés verticalement lors de l'éruption. De cette hauteur h, on tire la vitesse $\sqrt{2.g.h}$.
L'épouvantable éruption de la Montagne Pelée n'a réussi à lancer des pierres de volume un peu considérable qu'à 400 m. »

D'après le Journal des Observateurs (Janvier 1940)

Dans cette situation, le vecteur vitesse initiale, noté $\overrightarrow{v_{01}}$, est dirigé verticalement vers le haut. La trajectoire du bloc est rectiligne.

2.1. À partir des réponses aux questions 1.3 et 1.4, préciser les expressions de $v_x(t)$, $v_z(t)$, x(t) et z(t) dans la situation étudiée.

2.2. À partir de l'expression de $v_z(t)$, déterminer l'expression littérale de la date t_S à laquelle l'altitude maximale h, mesurée à partir du point O, est atteinte.

2.3. En déduire que l'expression de la vitesse initiale est $v_{o1} = \sqrt{2.g.h}$, comme indiqué dans le texte 1.

2.4. Calculer la valeur v_{o1} de la vitesse initiale d'éjection si h = 400 m.

3. Bloc éjecté du cratère avec une vitesse initiale oblique $\overrightarrow{v_{02}}$

Texte 2 : « Nous avons, pour cette éruption, un cas observé le 7 mai 1902, où la trajectoire parabolique « d'énormes roches nettement visibles » peut, d'après les données notées par un témoin oculaire, être grossièrement calculée.
La vitesse initiale était d'environ 110 $m.s^{-1}$ et elle était inclinée sur l'horizon de 43°.»

D'après le Journal des Observateurs (Janvier 1940)

Dans cette situation, le bloc est éjecté au niveau du point O avec une vitesse initiale oblique $\overrightarrow{v_{02}}$ faisant un angle $\alpha = 43°$ avec l'horizontale.
Son point d'impact A est situé sur le flanc du volcan 800 m plus bas que le point O.
Le bloc a parcouru horizontalement une distance environ égale à 1,8 km.

3.1. Détermination de la valeur de la vitesse initiale $\overrightarrow{v_{02}}$.

3.1.1. À l'aide des expressions de la question 1.4, établir l'équation de la trajectoire.

3.1.2. En déduire l'expression littérale de la valeur v_{02} de la vitesse d'éjection du bloc. Calculer sa valeur et la comparer à celle indiquée dans le texte 2.

3.2. Détermination de l'altitude maximale atteinte par le bloc éjecté

On suppose que l'énergie mécanique du système se conserve. La masse m du bloc étudié est égale à 500 kg. La valeur v_{02} de la vitesse initiale est égale à 110 $m.s^{-1}$.

3.2.1. Exprimer littéralement puis calculer les valeurs initiales des énergies cinétique, potentielle et mécanique du bloc. On choisit une énergie potentielle égale à 0 J pour z = 0 m.

3.2.2. Déterminer les valeurs de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle du bloc au point le plus élevé de la trajectoire noté C.

3.2.3. En déduire l'altitude maximale h' atteinte par le bloc, mesurée à partir du point O.

3.2.4. Identifier les courbes x(t) et z(t), obtenues à l'aide d'un logiciel de simulation, qui sont représentées sur **l'ANNEXE 1 à rendre avec la copie**.
Déterminer graphiquement la distance x_c parcourue horizontalement par le bloc lorsqu'il a atteint son altitude maximale h'.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 4 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE II : PANACÉES ? (7 points)

De tous temps, certaines substances sont considérées comme des remèdes contre tous les maux, des panacées.
Deux d'entre elles sont étudiées dans cet exercice.

Les parties A et B sont indépendantes

Partie A : Une potion radioactive

Au début du XXème siècle, le Radithor, sorte de « potion magique », était censé soigner plus d'une centaine de maladies.
Un cancérologue américain a trouvé chez un antiquaire plusieurs bouteilles de Radithor. Bien que vidées depuis 10 ans de leur contenu, les bouteilles se sont avérées être encore dangereusement radioactives. Chacune avait vraisemblablement contenu environ un microcurie de radium 226 et de radium 228.*

D'après « Pour la science » octobre 96 (Hors-série)

** 1 microcurie correspond à 3,7 $\times 10^4$ Bq.*



Données :

Noyau	Radium 226	Radium 228	Actinium 228	Radon 222	Hélium 4
Symbole	$^{226}_{88}Ra$	$^{228}_{88}Ra$	$^{228}_{89}Ac$	$^{222}_{86}Rn$	$^{4}_{2}He$

Noyau	Radium 226	Radon 222	Hélium 4
Masse en u	225,977 0	221,970 3	4,001 5

Unité de masse atomique : 1 u = 1,660 54 $\times 10^{-27}$ kg
Célérité de la lumière dans le vide : c = 3,00 $\times 10^8$ m.s^{-1}
Constante d'Avogadro : $\mathcal{N}_A$ = 6,02 $\times 10^{23}$ mol^{-1}
Masse molaire du $^{226}_{88}Ra$: M = 226 g.mol^{-1}

1. Le radium 226 et le mésothorium

Sur l'étiquette du flacon de Radithor est mentionnée la présence de mésothorium, ancienne dénomination du radium 228. Cette « eau certifiée radioactive » contenait également du radium 226.

1.1. Les noyaux de radium 228 et de radium 226 sont des isotopes. Expliquer.

1.2. Le radium 228 se désintègre pour donner l'isotope 228 de l'actinium Ac et une particule notée X.

$$^{228}_{88}Ra \rightarrow {}^{228}_{89}Ac + {}^{A}_{Z}X$$

Compléter l'équation de désintégration en citant les lois utilisées puis identifier X. De quel type de radioactivité s'agit-il ?

Dans la suite de l'exercice, on néglige la présence du radium 228 dans le Radithor. On suppose que l'activité radioactive du flacon est uniquement due à la présence de l'isotope 226 du radium. Celui-ci se désintègre spontanément selon l'équation suivante :

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

2. Constante radioactive du radium 226

L'activité A(t) d'un échantillon de noyaux de radium 226 suit la loi de décroissance exponentielle $A(t) = A_0 . \exp(-\lambda . t)$ avec A_0, l'activité de l'échantillon à t = 0 s.

2.1. Rappeler la définition de la demi-vie $t_{1/2}$ d'un échantillon radioactif.
Vérifier sur la courbe donnant l'évolution de l'activité de l'échantillon en fonction du temps représentée dans le document 1 de **l'ANNEXE 2 à rendre avec la copie** que la demi-vie du radium 226 est égale à $1{,}60 \times 10^3$ ans.

2.2. Établir la relation entre la demi-vie et la constante radioactive λ puis calculer la valeur de λ en s^{-1}.

3. Masse de radium 226

3.1. Donner la relation liant l'activité A(t) d'un échantillon radioactif au nombre N(t) de noyaux radioactifs présents.

3.2. Calculer N_0, le nombre de noyaux de radium 226 initialement présents dans le flacon de Radithor.

3.3. Vérifier que le flacon contenait alors une masse $m_0 = 1{,}0$ µg de radium 226.

4. Énergie libérée par le radium 226

4.1. Déterminer la variation de masse associée à la réaction de désintégration d'un noyau de radium 226.

4.2. En déduire l'énergie E libérée lors de la désintégration d'un noyau de radium 226.

4.3. Calculer l'énergie totale que peut libérer le radium 226 initialement contenu dans un flacon de Radithor.

Partie B : La vitamine C

Depuis sa découverte, la vitamine C a été considérée comme une panacée universelle par certains partisans enthousiastes.
L'acide ascorbique ou vitamine C intervient dans de grandes fonctions de l'organisme : défense contre les infections virales et bactériennes, protection de la paroi des vaisseaux sanguins, assimilation du fer, action antioxydante, cicatrisation.
L. Pauling, disparu en 1994 (Prix Nobel de Chimie) lui attribuait des fonctions anticancéreuses.

Sur l'emballage, on lit la composition en substances actives d'un comprimé de « Vitamine C UPSA® » :

Acide ascorbique : 250 mg
Ascorbate de sodium : 285 mg
Quantité correspondante en acide ascorbique : 500 mg pour un comprimé à croquer.

Il s'agit dans cette partie de l'exercice de déterminer, au moyen d'un dosage conductimétrique, la masse d'acide ascorbique contenue dans un comprimé puis de vérifier l'indication « Quantité correspondante en acide ascorbique : 500 mg pour un comprimé à croquer ».

L'acide ascorbique, de formule brute $C_6H_8O_6$, sera noté HA. Sa base conjuguée, l'ion ascorbate, sera notée A^-.

Mode opératoire :
On écrase un comprimé. La poudre obtenue est dissoute dans de l'eau distillée afin d'obtenir un volume de 200,0 mL de solution S_A.
On prélève un volume V_A = 100,0 mL de la solution S_A que l'on dose par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$) de concentration molaire en soluté apporté $C_B = 8{,}0 \times 10^{-2}$ mol.L^{-1}.
La courbe expérimentale représentant la conductivité de la solution en fonction du volume V_B de solution titrante versé est donnée sur le document 2 de **l'ANNEXE 2 à rendre avec la copie**.

Données :
- $pK_A(HA / A^-) = 4,1$ à 25°C
- Produit ionique de l'eau à 25°C : $K_e = 1,0 \times 10^{-14}$
- Masses molaires moléculaires :
  M(acide ascorbique) = 176 $g.mol^{-1}$
  M(ascorbate de sodium) = 198 $g.mol^{-1}$
- Conductivités molaires ioniques à 25°C :
  $\lambda(Na^+) = 5,01$ $mS.m^2.mol^{-1}$; $\lambda(HO^-) = 19,9$ $mS.m^2.mol^{-1}$; $\lambda(A^-) = 3,42$ $mS.m^2.mol^{-1}$

1. Réaction de dosage

1.1. Écrire l'équation de la réaction de dosage de l'acide ascorbique, noté HA, par la solution d'hydroxyde de sodium.
1.2. Établir l'expression littérale de la constante d'équilibre K associée à cette équation de la réaction en fonction de K_e et K_A, puis calculer la valeur de K.

2. Équivalence du dosage

2.1. Définir l'équivalence du dosage.
2.2. Déterminer graphiquement le volume V_E de solution d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence sur le document 2 de **l'ANNEXE 2 à rendre avec la copie**.
2.3. Calculer la valeur de la concentration molaire en soluté apporté C_A en acide ascorbique de la solution S_A.
2.4. En déduire la masse m_A d'acide ascorbique contenue dans le comprimé. Comparer cette valeur à l'indication du fabricant.

3. Explication de l'allure de la courbe

Interpréter l'évolution de la conductivité du mélange avant l'équivalence.

4. On souhaite expliquer pourquoi il est écrit sur l'emballage « Quantité correspondante en acide ascorbique : 500 mg ».

4.1. Préalablement, calculer la quantité de matière d'ascorbate de sodium contenue dans le comprimé.
4.2. Dans l'estomac le pH est environ égal à 1,5. Les ions ascorbate, ingérés lors de la prise du comprimé, se transforment alors en acide ascorbique.
Justifier cela à l'aide d'un diagramme de prédominance.
4.3. Justifier l'indication de l'étiquette :
« Quantité correspondante en acide ascorbique : 500 mg ».

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 8 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE III : SYNTHÈSE D'UNE AMORCE À GARDONS (4 points)

Certains pêcheurs utilisent l'acétate d'amyle pour réaliser des amorces à gardons, petits poissons de nos rivières. Cet ester peut être synthétisé par une réaction entre l'acide éthanoïque CH_3-COOH et le pentan-1-ol CH_3-$(CH_2)_4$-OH.

Données :

	M ($g.mol^{-1}$)	ρ ($g.mL^{-1}$)	solubilité dans l'eau
acide éthanoïque	60	1,05	totale
pentan-1-ol	88	0,81	faible
acétate d'amyle	130	0,88	faible
eau	18	1,00	
cyclohexane	84	0,78	insoluble

1. Généralités

1.1. Écrire l'équation de la réaction chimique de synthèse de l'acétate d'amyle.

1.2. Donner les caractéristiques de la réaction d'estérification.

2. Synthèse de l'ester

On introduit dans un ballon un volume V_1 = 8,6 mL d'acide éthanoïque de masse volumique ρ_1 et un volume V_2 de pentan-1-ol de masse volumique ρ_2. On ajoute une pointe de spatule d'acide paratoluène sulfonique et quelques grains de pierre ponce. On chauffe ce mélange à reflux pendant environ 50 minutes. Après refroidissement, le contenu du ballon est traité et on recueille à la suite de plusieurs opérations une masse m = 11,7 g d'acétate d'amyle.

2.1. Établir, en fonction des données, l'expression littérale du volume V_2 de pentan-1-ol utilisé pour que le mélange (acide, carboxylique-alcool) soit équimolaire. Calculer la valeur du volume V_2.

2.2. L'acide paratoluène sulfonique est un catalyseur de la réaction d'estérification. Préciser le rôle du catalyseur.

2.3. Nommer les éléments du montage repérés sur le document 1 de **l'ANNEXE 3 à rendre avec la copie.**

2.4. Quels sont les intérêts du chauffage à reflux ?

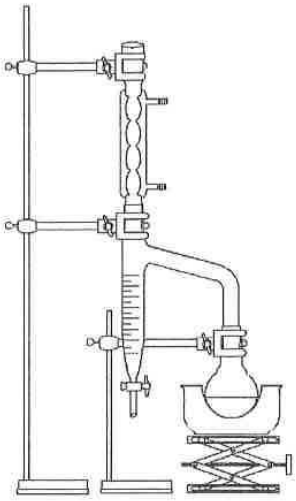
2.5. Définir et calculer le rendement r de la synthèse.

3. Méthodes d'obtention de l'ester avec un rendement plus satisfaisant

3.1. Utilisation d'un Dean-Stark

Une méthode consiste à utiliser un appareil de Dean-Stark. Les espèces chimiques utilisées dans la synthèse précédente sont introduites en mêmes quantités que précédemment.

Le dispositif permet de séparer l'eau formée du reste du milieu réactionnel, par distillation en présence de cyclohexane. Le cyclohexane et l'eau formée, non miscibles à l'état liquide, forment un mélange qui s'accumule dans le tube décanteur du Dean-Stark.

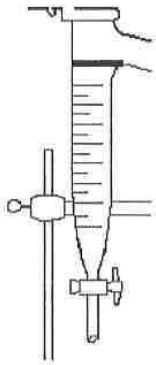


Appareil de Dean-Stark →

Le tube décanteur de Dean-Stark est rempli de cyclohexane jusqu'à la partie supérieure.

Un volume de 10 mL de cyclohexane est aussi ajouté dans le milieu réactionnel.

On chauffe à reflux, à ébullition douce. On suppose que, lors de cette ébullition, seuls l'eau et le cyclohexane s'évaporent.



Tube décanteur de Dean-Stark →

3.1.1. Indiquer sur le document 2 de **l'ANNEXE 3 à rendre avec la copie** les positions relatives des deux phases dans le tube décanteur. Justifier.

3.1.2. L'eau est extraite du milieu réactionnel au fur et à mesure de sa formation. Quel est l'intérêt de ce dispositif ?

3.1.3. L'expérimentateur observe attentivement le dispositif et décide d'arrêter le chauffage au bout de 50 minutes. Qu'a-t-il observé qui l'a conduit à prendre cette décision ?

3.1.4. En mesurant le volume d'eau obtenue dans le tube décanteur, il en déduit que la masse d'ester formé est m' = 17,6 g d'ester. Vérifier l'intérêt de cette méthode par rapport à la précédente en calculant le rendement r' de la synthèse.

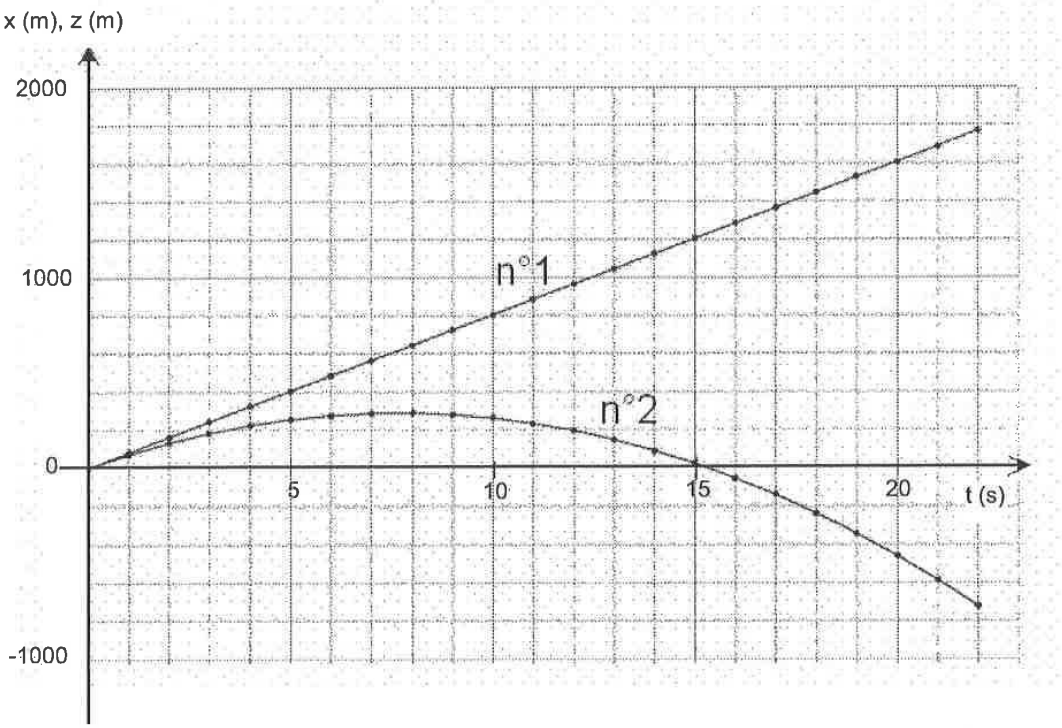
3.2. Utilisation d'un dérivé de l'acide carboxylique

Une autre méthode permettant d'obtenir un rendement très supérieur à celui calculé à la question 2.5 consiste à remplacer l'acide carboxylique utilisé par un de ses dérivés. Nommer et donner la formule semi-développée de ce dérivé.

ANNEXE 1 à rendre avec la copie

Exercice I : Éruption de la montagne pelée en 1902

Question 3.2.4



12PYSCOAN1

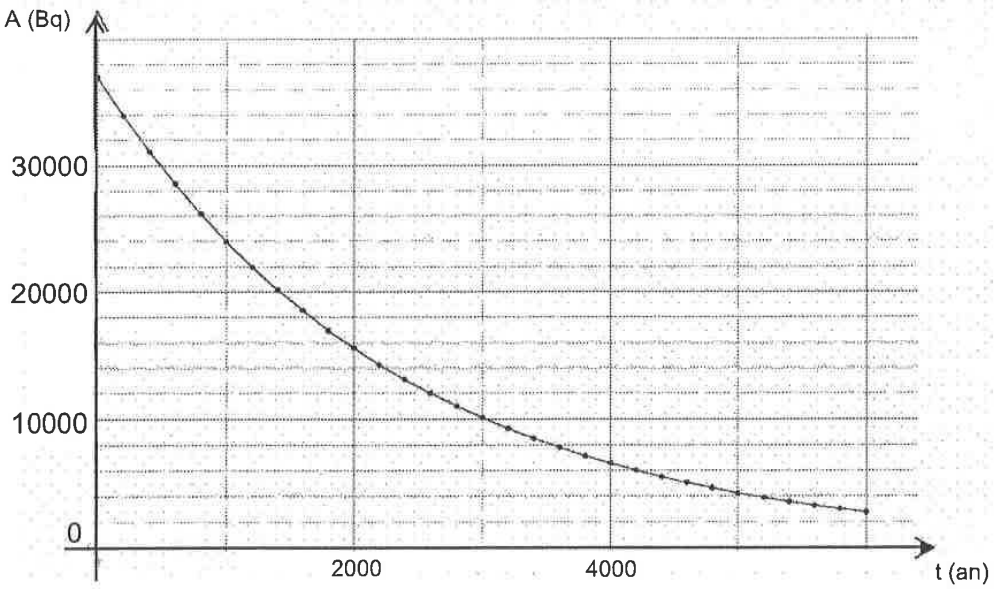
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

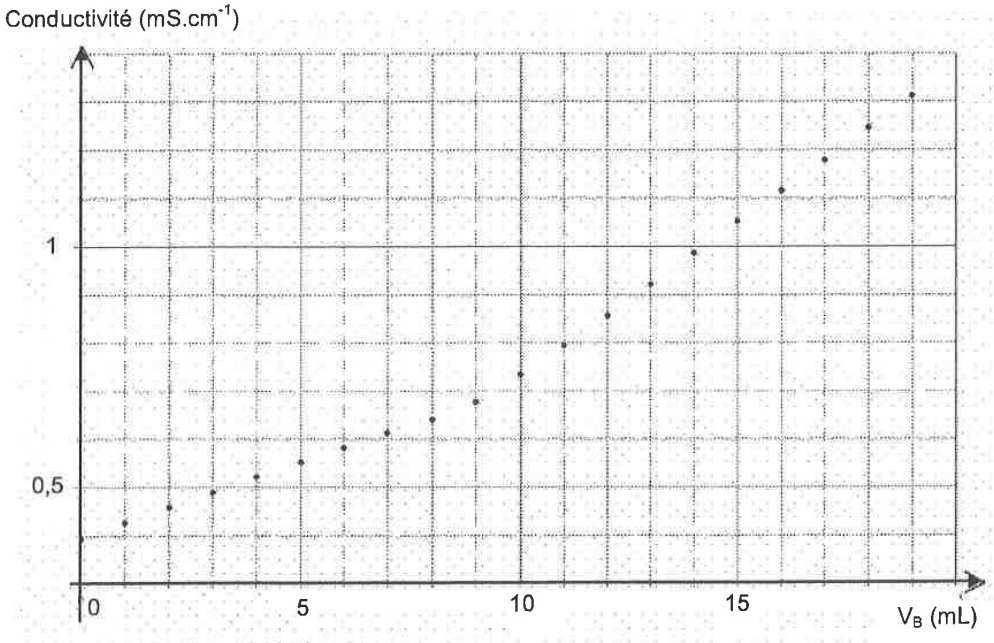
ANNEXE 2 à rendre avec la copie

Exercice II : Panacées ?

Partie A, question 2.1 :
Document 1 : activité d'un échantillon de radium 226 en fonction du temps



Partie B, question 2.2
Document 2 : suivi de la conductivité au cours du dosage de la vitamine C



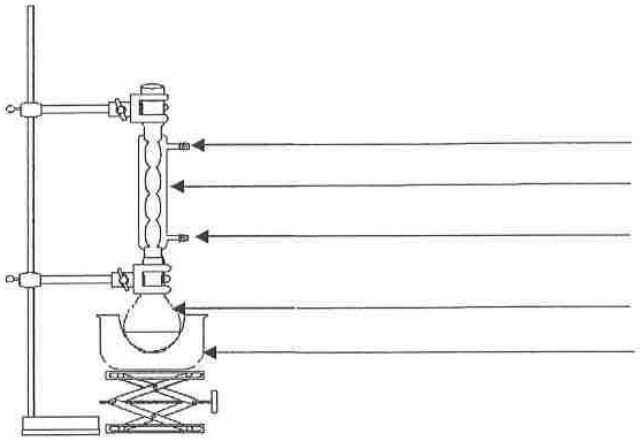
12PYSCOAN1

ANNEXE 3 à rendre avec la copie

Exercice III : Synthèse d'une amorce à gardons

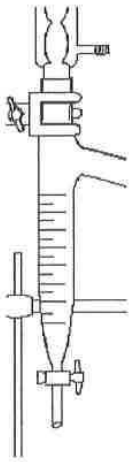
Question 2.3

Document 1 : schéma du montage de chauffage à reflux



Question 3.3.1

Document 2 : schéma du tube décanteur.



12PYSCOAN1

Page 13/13