BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2010

PHYSIQUE-CHIMIE

Série **S**

Durée de l'épreuve : **3 h 30** Coefficient : **6**

Obligatoire

L'usage des calculatrices EST autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

Ce sujet comporte trois exercices présentés sur 11 pages numérotées de 1 à 11, y compris celle-ci.

Le candidat doit traiter les trois exercices qui sont indépendants les uns des autres :

Exercice 1 : Ondes sismiques et sismomètre **(9 points)**
Exercice 2 : De la vitamine C dans la rose **(3 points)**
Exercice 3 : Décomposition du pentaoxyde de diazote **(4 points)**

Les annexe 1, 2 et 3, pages 9/11, 10/11 et 11/11 sont à remettre avec la copie.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

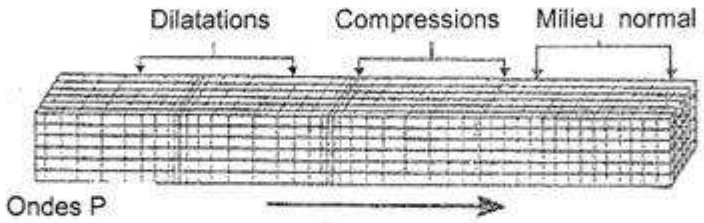
Exercice 1 : Ondes sismiques et sismomètre (9 points)

Partie 1 : Les ondes sismiques naturelles

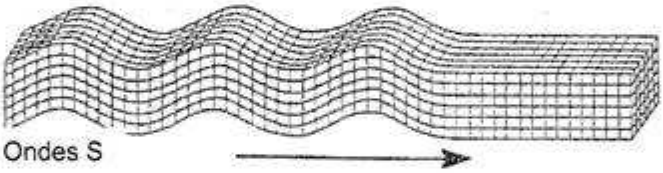
« Les ondes sismiques naturelles produites par les tremblements de Terre sont des ondes élastiques se propageant dans la croûte terrestre. (…) On distingue deux types d'ondes : les ondes de volume qui traversent la Terre et les ondes de surface qui se propagent parallèlement à sa surface. Leur vitesse de propagation et leur amplitude sont différentes du fait des diverses structures géologiques traversées. C'est pourquoi, les signaux enregistrés par les capteurs appelés sismomètres sont la combinaison d'effets liés à la source, aux milieux traversés et aux instruments de mesure. »

Les ondes de volume :

- L'onde P comprime et étire alternativement les roches.



- L'onde S se propage en cisaillant les roches latéralement à angle droit par rapport à sa direction de propagation.



Une onde de surface :

- L'onde de Love L : elle déplace le sol d'un côté à l'autre dans un plan horizontal perpendiculairement à sa direction de propagation.

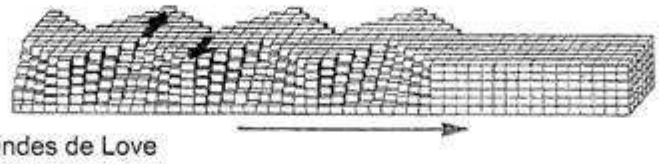


Figure 1 D'après : *Les ondes sismiques* - Documents pédagogiques de l'E.O.S.T.

1. Nature des ondes

1.1 Pour chacune des trois ondes citées dans le texte, préciser en justifiant s'il s'agit d'une onde transversale ou d'une onde longitudinale.

1.2 Citer un autre exemple d'onde mécanique transversale.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2. La Terre a tremblé en France le 24 août 2006 à 20 h 01 min 00 s TU (temps universel). L'épicentre du séisme était proche de la ville de Rouillac en Charente. Un sismomètre du Bureau Central Sismologique Français situé à Strasbourg, a enregistré le tremblement. Les ondes les plus rapides se sont propagées en surface avec la célérité de 6,0 $km.s^{-1}$.
La distance Rouillac-Strasbourg est d = 833 km, calculer la durée mise par les ondes les plus rapides pour parcourir cette distance d.

Partie 2 : Les ondes sismiques artificielles

Pour la recherche d'éventuelles nappes souterraines de pétrole, sur Terre ou en pleine mer, on utilise la sismique.
La sismique est une technique de mesure indirecte qui consiste à enregistrer en surface des échos issus de la propagation dans le sous-sol d'une onde sismique provoquée. Ces échos sont générés par les hétérogénéités du sous-sol. Le passage par exemple d'une couche d'argile à une couche de sable dans une colonne sédimentaire s'accompagne d'une réflexion visible sur les enregistrements. Certaines couches sableuses peuvent constituer des pièges à hydrocarbures. Il faut ensuite vérifier cette hypothèse par un forage.

Un camion vibreur émet une salve d'onde à l'aide d'un marteau de masse 2500 kg venant frapper périodiquement le sol avec une fréquence f = 14,0 Hz **(figure 2 ci-dessous)**. Les capteurs sont régulièrement répartis autour du camion tous les 100 m. Le temps d'arrivée de l'écho permet de situer la position de la première hétérogénéité et l'amplitude de l'écho apporte des informations sur certains paramètres physiques des milieux en contact.

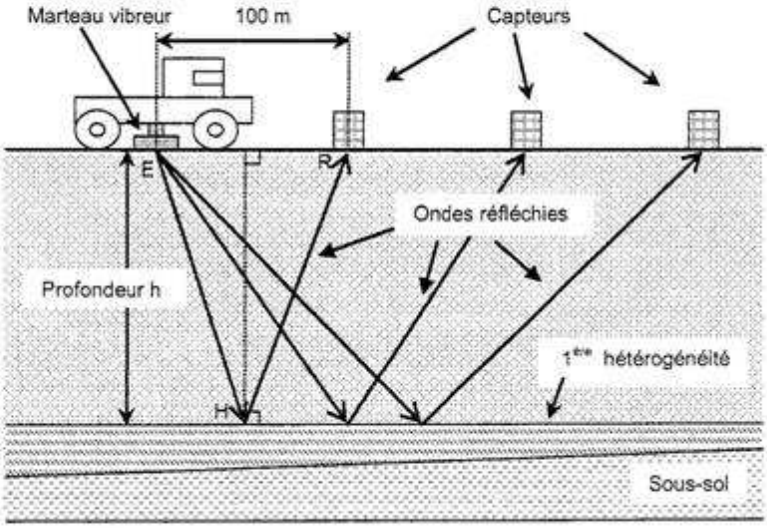


Figure 2

1. Pendant la durée de la salve, l'onde est périodique. Calculer sa longueur d'onde sachant que, dans le premier milieu supposé homogène, l'onde s'est déplacée avec une vitesse moyenne v = 6,21 $km.s^{-1}$.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

2. L'onde réfléchie par la première limite hétérogène rencontrée est détectée par le premier capteur au bout d'une durée égale, entre l'instant d'émission et l'instant de réception, à 0,580 s. En déduire la profondeur h de la première couche.
Indication : pour le premier capteur, la hauteur h du triangle EHR a une valeur très proche de la distance EH.

3. Au cours de la réflexion, l'onde perd de l'énergie. Pour chacune des grandeurs caractéristiques suivantes de l'onde réfléchie, indiquer par oui ou par non s'il y a eu modification de cette grandeur par rapport à l'onde incidente : longueur d'onde ; fréquence ; vitesse de propagation ; amplitude.

Partie 3 : Étude d'un sismographe vertical

Les capteurs utilisés dans l'exemple précédent sont des sismographes sensibles aux composantes verticales des ondes sismiques **(figure 3 ci-dessous)** . Ils sont constitués d'un système « solide S + ressort » vertical et d'un système d'amortissement. Un stylet solidaire du solide S trace sur un cylindre en rotation les variations de la position du centre de gravité de ce solide S. Un couplage électromagnétique permet d'enregistrer et de transmettre les données une fois celle-ci numérisées.

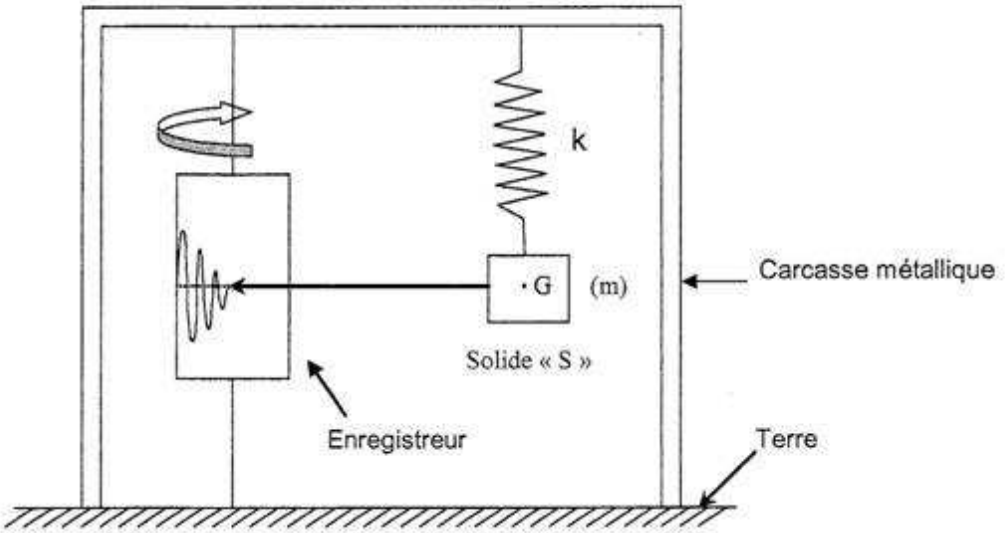


Figure 3 - **Sismographe**

1. <u>Étude statique</u> : On veut mesurer la constante de raideur k du ressort équipant le sismographe. Pour cela, on démonte le sismographe pour en récupérer le ressort. On suspend l'une de ses extrémités à un support et on accroche à l'autre extrémité un solide S de masse m **(annexe 1 page 9/11 figure 4)**. L'allongement du ressort est noté Δy.

1.1 Sur le schéma, **annexe1 page 9/11 figure 4 à remettre avec la copie**, représenter les forces extérieures agissant sur le solide S, sans souci d'échelle.

1.2 Le système « solide S », étant à l'équilibre dans le référentiel terrestre supposé galiléen, trouver la relation reliant k, m, g et Δy. Justifier.

1.3 Vérifier que la constante de raideur k vaut $7{,}1 \times 10^{3}$ N.m^{-1}.
Données : $\Delta y = 2{,}5$ mm ; $g = 9{,}8$ m.s^{-2}, $m = 1{,}8$ kg.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 4 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2. Étude dynamique : Le système précédent « solide S » peut osciller librement sur un support horizontal **(annexe 1 page 9/11 figure 5)**. On peut ainsi déterminer sa période propre d'oscillation. La position du centre d'inertie du solide S est repérée sur un axe horizontal Ox. L'abscisse $x_G = 0$ correspond à la position d'équilibre. On néglige les forces de frottement.

2.1 On écarte le solide S de sa position d'équilibre puis on le lâche sans vitesse initiale. Le solide S oscille alors librement autour de sa position d'équilibre. Représenter, sans souci d'échelle, les forces extérieures agissant sur le solide S, en position (1), **(annexe 1 page 9/11 figure 5 à remettre avec la copie)**.

2.2 Montrer que l'équation différentielle du mouvement peut s'écrire :

$$\frac{d^2x_G}{dt^2} + \frac{k}{m} \cdot x_G = 0$$

2.3 Une solution de cette équation s'écrit $x_G(t) = X_m.\cos\left(2\pi \cdot \frac{t}{T_0}\right)$

2.3.1 Que représentent les grandeurs X_m et T_0 ?

2.3.2 En utilisant l'équation différentielle, retrouver l'expression suivante : $T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$

2.3.3 Calculer T_0.

2.3.4 Exprimer puis calculer la fréquence propre f_o du système.

2.4 Sur la courbe ci-jointe **(annexe 1 page 9/11 figure 6)**, a été enregistrée l'évolution de x_G en fonction du temps t.

2.4.1 Mesurer la valeur de la période propre sur ce graphe.

2.4.2 En déduire la valeur de la fréquence propre du système. Cette valeur de fréquence propre est-elle en accord avec le calcul de la question 2.3.4 ?

2.5 Dans quelle proportion sera modifiée la fréquence propre d'oscillation du système si on double la valeur de la masse m ?

3. Étude du sismographe

3.1 Dans le sismographe représenté **Figure 3 page 4**, l'onde sismique ébranle la carcasse métallique et met en mouvement oscillatoire périodique la partie supérieure du ressort. À quelle fréquence f_S le système « solide S + ressort » se met-il à osciller si l'onde sismique est celle produite par le camion vibreur de la partie 2 du sujet ?

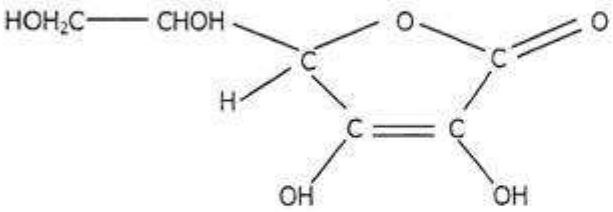
3.2 Pourquoi avoir choisi dans la construction du sismographe une fréquence propre f_o proche de f_S ?

3.3 Dans le texte est écrit que le sismographe est équipé d'un « système d'amortissement ». Quel est l'intérêt d'un tel système ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Exercice 2 : De la vitamine C dans la rose (3 points)

Le fruit de la rose ou de l'églantier est nommé cynorhodon. Il est très utilisé en phytothérapie pour prévenir la fatigue et renforcer les défenses immunitaires. Il contient des tanins, les vitamines A et B et il est aussi très riche en vitamine C ou acide ascorbique. On trouve en pharmacie de l'extrait de cynorhodon sous forme de gélules. La formule de l'acide ascorbique est :





Dans la suite de l'exercice, on notera l'acide ascorbique sous la forme AH, acide du couple AH /A⁻. On désire comparer l'apport en vitamine C d'une gélule de cynorhodon, produit naturel, avec celui d'un comprimé de type Laroscorbine 500®, produit de synthèse.
Pour cela, on détermine par titrage, la quantité d'acide ascorbique présente dans une gélule.

Protocole expérimental

On dissout dans l'eau, le contenu d'une gélule de cynorhodon dans une fiole jaugée de 100,0 mL.
Puis, on réalise le titrage pH-métrique du contenu de la fiole à l'aide d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_b = 0{,}10\ mol.L^{-1}$.

Données

Masses molaires atomiques : $M_H = 1{,}0\ g.mol^{-1}$; $M_C = 12{,}0\ g.mol^{-1}$; $M_O = 16{,}0\ g.mol^{-1}$.

Questions

1. Calculer la masse molaire moléculaire de l'acide ascorbique notée M_{AH}.

2. Écrire l'équation de la réaction support du titrage.

3. L'équivalence acido-basique.

3.1 Définir par une phrase l'équivalence acido-basique.

3.2 Donner la relation entre les quantités de matière des réactifs introduits à l'équivalence.

4. Le suivi du titrage permet le tracé de la courbe fournie en **annexe 2 page 10/11**.

4.1 En précisant la méthode employée, déterminer les coordonnées du point d'équivalence de ce titrage.

4.2 En déduire la quantité de matière en acide ascorbique n_{AH} contenue dans une gélule de cynorhodon.

4.3 En déduire la masse m_{AH} d'acide ascorbique présente dans une gélule.

4.4 Un comprimé de Laroscorbine 500® contient 500 mg d'acide ascorbique. Quel est, entre la gélule de cynorhodon et le comprimé de Laroscorbine, le composant le plus riche en vitamine C ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 6 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Exercice 3 : Décomposition du pentaoxyde de diazote (4 points)

Les oxydes d'azote (N_2O, N_2O_3, NO, NO_2.....) sont émis dans l'atmosphère par les installations de chauffage, les automobiles, les centrales thermiques, les volcans ou les orages.
Ils participent à 3 phénomènes différents de pollution atmosphérique :
- *formation de pluies acides,*
- *pollution photochimique : création de composés oxydants tels que l'ozone,*
- *augmentation de l'effet de serre.*

À température élevée, le pentaoxyde de diazote, de formule N_2O_5, se décompose selon la réaction lente suivante :

$$2\ N_2O_5(g) = 4\ NO_2(g) + O_2(g)$$

On se propose d'étudier la cinétique de cette réaction lente et totale.

Protocole expérimental

On place du pentaoxyde de diazote dans une enceinte fermée de volume V = 0,50 L à température constante T= 318 K.

Un baromètre mesure l'évolution de la pression P de l'enceinte en fonction du temps.

A t = 0, on mesure une pression P_0 = 463,8 hPa = 4,638 x 10^4 Pa.
Les mesures du rapport P/P_0 en fonction du temps sont reportées dans le tableau ci-dessous.

Dates t en s	0	10	20	40	60	80	100
$\frac{P}{P_0}$	1,000	1,435	1,703	2,047	2,250	2,358	2,422

Tableau : mesure du rapport P/P_0 en fonction du temps.

À partir de ces mesures, il est possible de déterminer l'avancement x de la réaction en fonction du temps et de représenter le graphique de l'avancement x en fonction du temps **(figure 2 de l'annexe 3 page 11/11 à remettre avec la copie)**.

Données :

Constante des gaz parfaits R = 8,31 $J.mol^{-1}.K^{-1}$

Équation d'état des gaz parfaits : $PV = n_GRT$, n_G correspondant à la quantité de matière totale de gaz du système chimique. On rappelle que dans cette expression P est en Pascal (Pa), V en mètres cubes (m^3), n_G en nombre de moles (mol) et T en Kelvin (K).

On considère que tous les gaz se comportent, au cours de l'expérience, comme des gaz parfaits.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Questions

1. Soit n_0 la quantité de matière initiale du pentaoxyde de diazote.

1.1 Montrer que $n_0 = 8{,}8.10^{-3}$ mol.

1.2 Compléter le tableau d'avancement de la transformation chimique étudiée en **annexe 3 page 11/11 figure 1 à remettre avec la copie.**

1.3 Montrer que l'avancement maximal x_{max} de la réaction a pour valeur 4,4 mmol.

2. Pour réaliser ce suivi temporel de la réaction, il a fallu trouver la relation entre $\frac{P}{P_0}$ et x.

2.1 En utilisant le tableau d'avancement, exprimer la quantité de matière totale de gaz n_G en fonction de n_0 et de x avancement de la réaction.

2.2 En déduire, en appliquant l'équation d'état des gaz parfaits, la relation suivante :

$$\frac{P}{P_0} = 1 + \frac{3x}{n_0}$$

2.3 En utilisant le résultat du *1.3*, calculer le rapport $\frac{P_{max}}{P_0}$ où P_{max} est la valeur de la pression de l'enceinte lorsque l'avancement maximal est atteint.

2.4 Justifier à l'aide du tableau de mesures **page 7/11** que la réaction n'est pas terminée à t = 100 s.

3. Étude de la cinétique de la réaction.

Le volume V de l'enceinte étant constant, on définit la « vitesse volumique » de la réaction par :

$$v = \frac{1}{V}\frac{dx}{dt}$$

3.1 Comment varie la vitesse volumique de réaction au cours du temps ? Justifier à l'aide de la courbe en **annexe 3 page 11/11 figure 2 à remettre avec la copie.**

3.2 Définir le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ et déterminer sa valeur à l'aide du graphe.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 8 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Annexe 1
(À remettre avec la copie)

Exercice 1

Partie 3 question 1.1

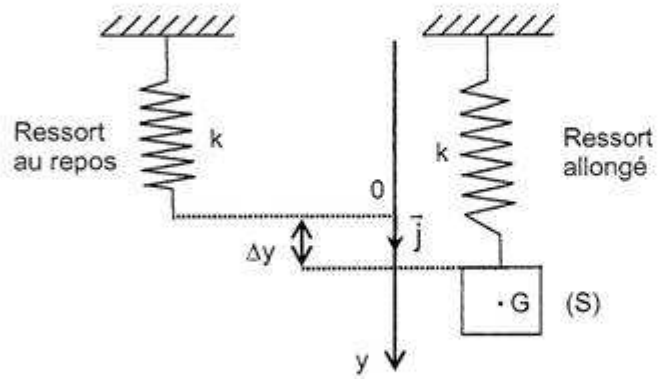


Figure 4

Partie 3 question 2.1

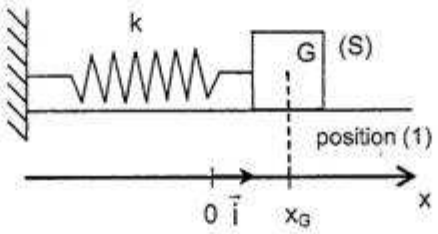


Figure 5
Support horizontal

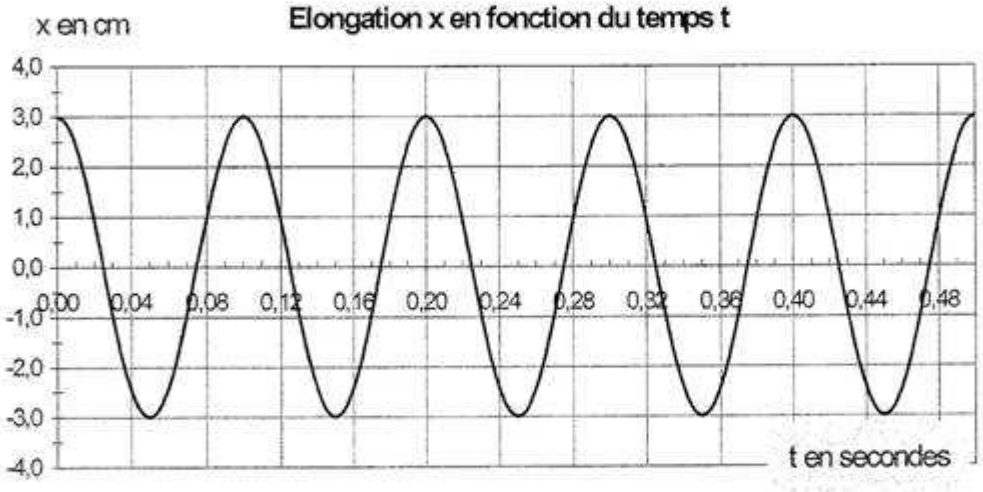


Figure 6

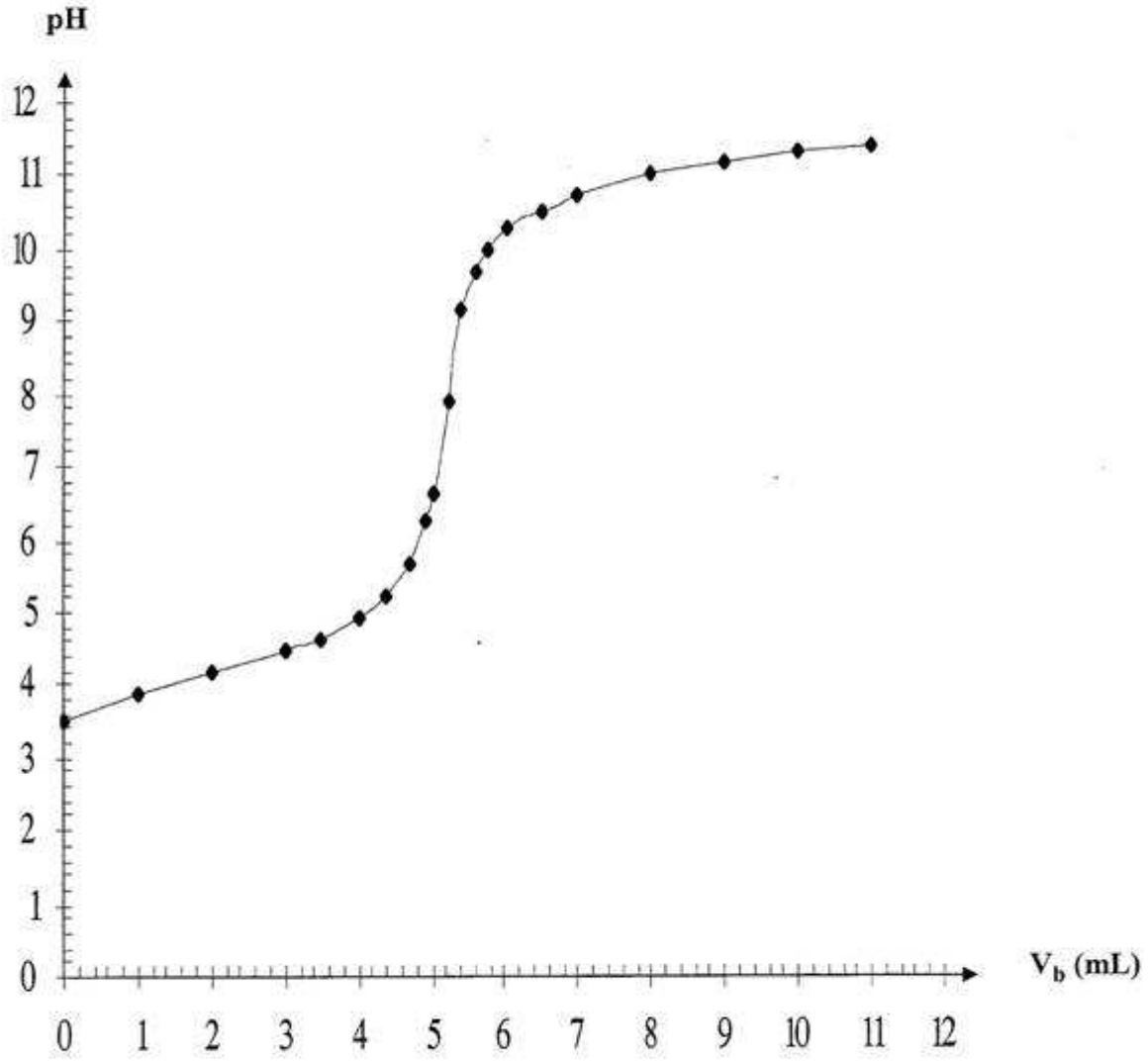
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Annexe 2
(À remettre avec la copie)

Exercice 2

Évolution du pH en fonction du volume de solution d'hydroxyde de sodium ajouté



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 10 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Annexe 3
(À remettre avec la copie)

Exercice 3

Équation de la réaction	$2\,N_2O_5(g)$ = $4\,NO_2(g)$ + $O_2(g)$			
État	Avancement	$n(N_2O_5)$	$n(NO_2)$	$n(O_2)$
Initial	0			
Intermédiaire	x			

Figure 1

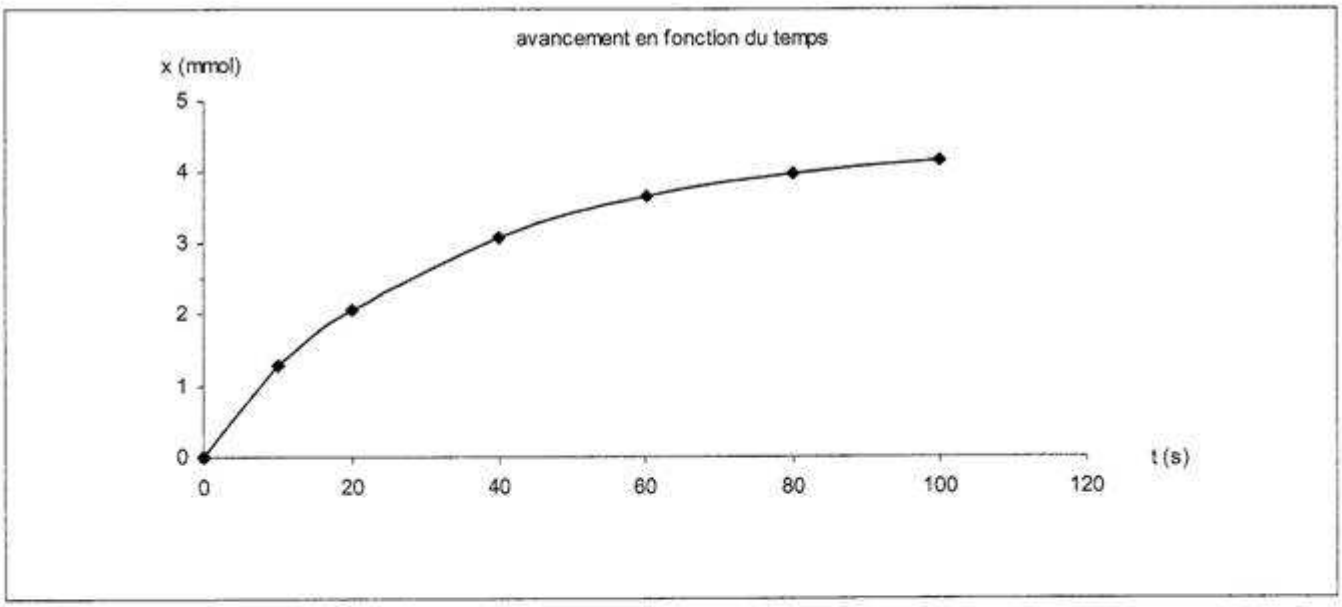


Figure 2

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 11 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer