BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2004

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

Les données sont en italique

Ce sujet comporte deux exercices de PHYSIQUE et un exercice de CHIMIE présentés sur 10 pages numérotées de 1 à 10, y compris celle-ci.
Le feuillet de l'annexe (pages A1, A2, A3 et A4), inséré au milieu de ce sujet, **EST À RENDRE AVEC LA COPIE**.

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

I. Deux isotopes de l'iode pour étudier la thyroïde (4 points)
II. État final d'un système chimique : étude par spectrophotométrie et titrage (6,5 points)
III. Le lancer du poids aux championnats du monde 2003 (5,5 points)

EXERCICE I. DEUX ISOTOPES DE L'IODE POUR ÉTUDIER LA THYROÏDE (4 points)

La glande thyroïde produit des hormones essentielles à différentes fonctions de l'organisme à partir de l'iode alimentaire. Pour vérifier la forme ou le fonctionnement de cette glande, on procède à une scintigraphie thyroïdienne en utilisant les isotopes 131 ($^{131}_{53}I$) ou 123 ($^{123}_{53}I$) de l'iode.

Pour cette scintigraphie, un patient ingère une masse m = 1,00 µg de l'isotope $^{131}_{53}I$.

Données :
Constante d'Avogadro : $6{,}02 \times 10^{23}$ mol^{-1}

Masse molaire atomique de l'isotope $^{131}_{53}I$: $M = 131$ g.mol^{-1}.

1. Donner la composition du noyau de l'isotope $^{131}_{53}I$.

2. Montrer que le nombre d'atomes radioactifs (donc de noyaux radioactifs) initialement présents dans la dose ingérée est égal à $4{,}60 \times 10^{15}$ atomes.

Ce nombre sera noté N_0 pour la suite de l'exercice.

L'instant de l'ingestion est pris pour origine des dates (t = 0 s).

3. *L'isotope $^{131}_{53}I$ est radioactif β^-.*

Après avoir précisé les lois de conservation utilisées, écrire l'équation de sa désintégration.

On admettra que le noyau fils n'est pas produit dans un état excité.

Données :
Quelques symboles d'éléments chimiques:

antimoine	*tellure*	*iode*	*xénon*	*césium*
$_{51}Sb$	$_{52}Te$	$_{53}I$	$_{54}Xe$	$_{55}Cs$

4. *La demi-vie de l'isotope $^{131}_{53}I$ vaut 8,0 jours.*

4.1. Rappeler la loi de décroissance radioactive en faisant intervenir N_0 et la constante radioactive λ.

4.2. Demi-vie d'un échantillon radioactif.

4.2.1. Définir la demi-vie ($t_{1/2}$) d'un échantillon radioactif.

4.2.2. En déduire la relation $\ln 2 = \lambda . t_{1/2}$.

4.3. Tracer sur l'**ANNEXE PAGE A2 À RENDRE AVEC LA COPIE** l'allure de la courbe correspondant à l'évolution au cours du temps du nombre de noyaux radioactifs dans l'échantillon, en justifiant le raisonnement utilisé. On placera correctement les points correspondant aux instants de dates $t_{1/2}$, 2 $t_{1/2}$ et 3 $t_{1/2}$.

5. *On rappelle que l'activité A(t), à l'instant de date t, d'un échantillon de noyaux radioactifs est définie par* $A(t) = \left|\frac{dN(t)}{dt}\right|$.

5.1. À partir de la loi de décroissance radioactive montrer que l'activité de l'échantillon $^{131}_{53}\mathrm{I}$ à l'instant de date t est proportionnelle au nombre de noyaux radioactifs à cet instant.

5.2. En déduire l'expression littérale de l'activité A_0 de l'échantillon à l'origine des dates, en fonction de N_0 et de $t_{1/2}$. Calculer sa valeur numérique, exprimée dans le système international.

5.3. Calculer, dans le système international, l'activité A de l'échantillon d'isotope $^{131}_{53}\mathrm{I}$ à l'instant de l'examen, sachant qu'en général l'examen est pratiqué quatre heures après l'ingestion de l'iode radioactif $^{131}_{53}\mathrm{I}$.

5.4. En déduire la perte relative d'activité $\frac{|\Delta A|}{A_0} = \frac{|A(t) - A_0|}{A_0}$ entre les deux instants évoqués. Cette perte sera calculée et exprimée en pourcentage.

6. *La demi-vie de l'isotope* $^{123}_{53}I$ *de l'iode est 13,2 heures.*

On considère maintenant que le patient ingère une quantité d'isotope $^{123}_{53}I$ *telle que l'activité initiale de cet isotope soit la même que celle de l'isotope* $^{131}_{53}I$ *trouvé à la question 5.2.*

L'activité A (valeur calculée à la question 5.3.) sera-t-elle atteinte après une durée identique, plus petite ou plus grande qu'avec l'isotope $^{131}_{53}\mathrm{I}$ de l'iode ? Justifier.
Une méthode graphique peut être utilisée.

EXERCICE II. ÉTAT FINAL D'UN SYSTÈME CHIMIQUE : ÉTUDE PAR SPECTROPHOTOMÉTRIE ET TITRAGE (6,5 POINTS)

Les ions iodure (I^-) réagissent avec les ions peroxodisulfate ($S_2O_8^{2-}$).

L'équation associée à la réaction s'écrit : $2\,I^-(aq) + S_2O_8^{2-}(aq) = I_2(aq) + 2\,SO_4^{2-}(aq)$ *(1)*

En présence d'ions iodure, le diiode se transforme en ion triiodure (I_3^-) de couleur brune.
Pour simplifier l'écriture, on raisonnera à partir de l'équation (1) sans tenir compte de la formation des ions triiodure.

À un instant pris pour origine des dates (t = 0 min), on réalise un ***mélange réactionnel S*** *à partir d'un volume $V_1 = 10{,}0$ mL de solution aqueuse d'iodure de potassium ($K^+(aq) + I^-(aq)$) de concentration molaire en soluté apporté $c_1 = 5{,}0 \times 10^{-1}$ mol.L^{-1} et d'un volume $V_2 = 10{,}0$ mL de solution aqueuse de peroxodisulfate de sodium ($2\,Na^+(aq) + S_2O_8^{2-}(aq)$) de concentration molaire en soluté apporté $c_2 = 5{,}0 \times 10^{-3}$ mol.L^{-1}.*

1. Suivi spectrophotométrique de la transformation chimique.

On souhaite étudier la formation du diiode au cours du temps par spectrophotométrie.

Un prélèvement du mélange réactionnel S est introduit rapidement dans la cuve d'un spectrophotomètre dont la longueur d'onde est réglée sur une valeur adaptée à l'absorption par le diiode. On admettra que le diiode est la seule espèce colorée présente dans le mélange et qu'au cours de l'expérience la température de la solution reste constante.

Les résultats des mesures d'absorbance en fonction du temps sont rassemblés dans le tableau ci-dessous :

t (min)	*1*	*2*	*4*	*6*	*8*	*10*	*12*	*14*	*16*	*18*	*20*	*30*	*40*	*50*	*60*	*90*
A	*0,08*	*0,13*	*0,23*	*0,31*	*0,39*	*0,45*	*0,50*	*0,55*	*0,59*	*0,62*	*0,65*	*0,74*	*0,77*	*0,79*	*0,79*	*0,79*

1.1. *La spectrophotométrie est une méthode non destructive pour suivre l'évolution d'un système chimique.* Proposer une autre méthode de suivi cinétique non destructive.

1.2. *La mesure de l'absorbance A de solutions aqueuses de diiode de différentes concentrations molaires c montre que A est proportionnelle à c. On détermine le coefficient de proportionnalité k à partir du couple de valeurs ($c = 5{,}0 \times 10^{-3}$ mol.L^{-1}; $A = 1{,}70$).*

1.2.1. Montrer que la valeur du coefficient de proportionnalité k vaut $3{,}4 \times 10^2$ et préciser son unité.

1.2.2. Montrer, que pour le mélange réactionnel S réalisé au début de l'étude, la quantité de matière de diiode formé à l'instant de date *t* s'exprime sous la forme : $n_{I_2}(t) = \dfrac{A(t)}{k}(V_1 + V_2)$.

1.2.3. Calculer la quantité de matière de diiode formé à l'instant de date $t = 90$ min.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 4 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

1.3. *On note x l'avancement de la réaction à l'instant de date t. À cet instant, la quantité de diiode formé est égale à x.*
*En utilisant les valeurs expérimentales et la relation donnée à la question 1.2.3. , on obtient la courbe traduisant l'évolution de x en fonction du temps ; cette courbe est représentée sur l'**ANNEXE PAGE A2 À RENDRE AVEC LA COPIE**.*

La vitesse volumique de réaction est définie par $v = \frac{1}{V_S}\frac{dx}{dt}$ *où* V_S *correspond au volume de la solution.*

1.3.1. En précisant la méthode utilisée, décrire l'évolution de cette vitesse au cours du temps.

1.3.2. La justifier d'après les connaissances du cours.

1.3.3. Donner une méthode qui permettrait d'obtenir plus rapidement la même quantité finale de diiode à partir du même mélange réactionnel S.

2. Titrage du diiode formé après 90 minutes de réaction.

On veut vérifier par un titrage la quantité de matière de diiode formé à l'instant de date t = 90 min. Pour cela, à cet instant, on introduit dans un erlenmeyer contenant de l'eau glacée un échantillon de volume V = 5,0 mL du mélange réactionnel S. À l'aide d'une solution étalon de thiosulfate de sodium $(2\ Na^+(aq) + S_2O_3^{2-}(aq))$ *de concentration molaire en soluté apporté* $c' = 2{,}5 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}$*, on titre le diiode présent dans l'échantillon en présence d'un indicateur de fin de réaction. L'équivalence est atteinte pour un volume versé* $V'_E = 9{,}2\ mL$.

L'équation associée à la réaction support du titrage est :

$$I_2(aq) + 2\ S_2O_3^{2-}(aq) = 2\ I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq)$$

2.1. Représenter sur la copie le schéma du dispositif du titrage en précisant le nom du matériel et la nature des solutions.

2.2. Définir l'équivalence du titrage.

2.3. Exploitation du titrage

2.3.1. En exploitant le résultat du titrage, exprimer littéralement en fonction de c' et de V'_E la quantité de diiode formé, à l'instant de date t = 90 min, dans le **mélange réactionnel S** décrit au début de l'exercice.
*Le candidat, s'il le souhaite, pourra compléter et exploiter le tableau d'avancement figurant sur l'**ANNEXE PAGE A3 À RENDRE AVEC LA COPIE**.*

2.3.2. Calculer la valeur de cette quantité de diiode formé.

2.3.3. Cette valeur est-elle compatible avec celle trouvée au 1.2.3. ?
Aucun calcul d'écart relatif n'est demandé.

3. Étude théorique et bilan comparatif.

3.1. *L'équation (1) associée à la réaction entre les ions iodure et les ions peroxodisulfate est rappelée ci-dessous :*

$$2\ I^-(aq) + S_2O_8^{2-}(aq) = I_2(aq) + 2\ SO_4^{2-}(aq) \qquad (1)$$

Les couples mis en jeu sont : $I_2(aq)\ /\ I^-(aq)$ *et* $S_2O_8^{2-}(aq)\ /\ SO_4^{2-}(aq)$

À partir des demi-équations retrouver l'équation (1) associée à la réaction.

3.2. *La transformation chimique est supposée totale.*

3.2.1. En utilisant les données concernant le **mélange réactionnel S,** à l'instant t = 0 s, défini en introduction de l'exercice, compléter le tableau d'avancement figurant sur l'**ANNEXE PAGE A3 À RENDRE AVEC LA COPIE**.

3.2.2. En déduire l'avancement maximal de la réaction et la quantité de matière maximale en diiode formé.

3.3. *On appelle écart relatif d'une valeur expérimentale $n_{exp}(I_2)$ par rapport à la valeur théorique attendue $n_{th}(I_2)$ le rapport :* $\dfrac{\left|n_{exp}(I_2)-n_{th}(I_2)\right|}{n_{th}(I_2)}$.

Comparer les résultats expérimentaux (questions 1.2.3. et 2.3.2.) au résultat théorique de la question 3.2.2. Commenter.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 6 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE III. LE LANCER DU POIDS AUX CHAMPIONNATS DU MONDE 2003 (5,5 points)

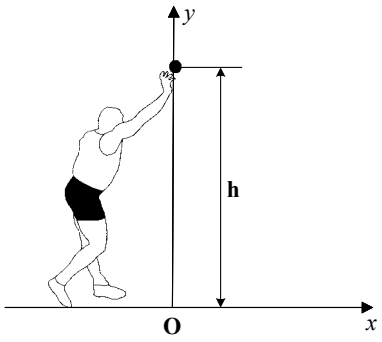
Lors des derniers championnats du monde d'athlétisme qui eurent lieu à Paris en août 2003, le vainqueur de l'épreuve du lancer du poids (Andrey Mikhnevich) a réussi un jet à une distance D = 21,69 m.
Pour simplifier les raisonnements, on ne travaillera que sur le centre d'inertie du boulet (nom courant donné au poids).

L'entraîneur de l'un de ses concurrents souhaite étudier ce lancer. Pour cela il dispose pour le centre d'inertie du boulet, en plus de la valeur 21,69 m du record, de la vitesse initiale v_0 mesurée à l'aide d'un cinémomètre et de l'altitude *h.*
Données : $v_0 = 13,7\ m.s^{-1}$
$h = 2,62\ m$

Un logiciel informatique lui permet de réaliser une simulation de ce lancer et de déterminer la valeur de l'angle du vecteur vitesse initiale avec l'horizontale soit $\alpha = 43°$.

Pour l'étude on définit le repère d'espace (O,x,y) représenté ci-contre :
- 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, dirigé vers la droite et dans le plan vertical de la trajectoire.
L'entraîneur a étudié le mouvement du centre d'inertie du boulet et a obtenu 3 graphes :

- *le graphe de la trajectoire $y = f(x)$ du boulet en* ***ANNEXE PAGE A4 À RENDRE AVEC LA COPIE*** *;*
- *les graphes de v_x et de v_y en fonction du temps (figures 1 et 2 données ci-dessous) où v_x et v_y sont les composantes (ou coordonnées) horizontale et verticale du vecteur vitesse.*



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

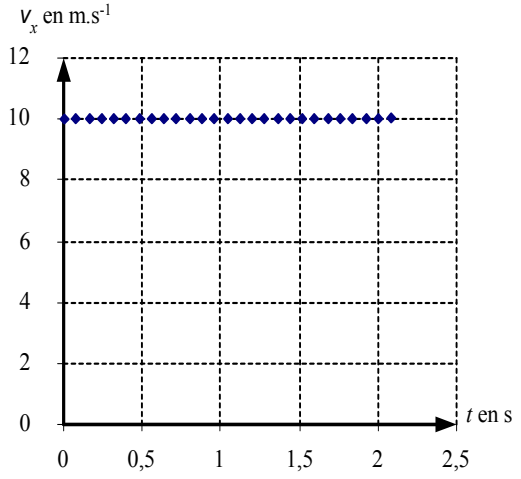


Figure 1

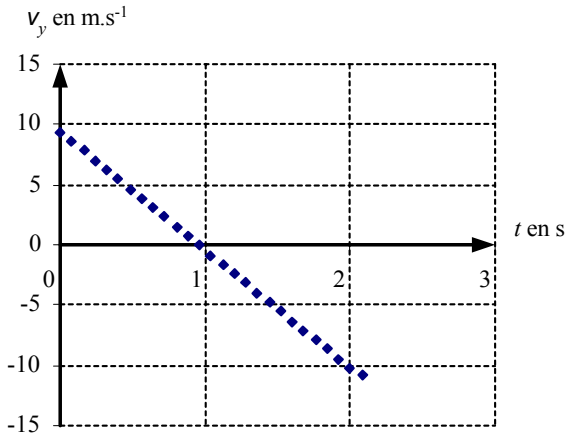


Figure 2

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

1. Étude des résultats de la simulation.

1.1. Étude de la projection horizontale du mouvement du centre d'inertie du boulet.

En utilisant la figure 1, déterminer :

1.1.1. La composante v_{0x} du vecteur vitesse du centre d'inertie du boulet à l'instant de date $t = 0$ s.

1.1.2. La nature du mouvement de la projection du centre d'inertie sur l'axe Ox en justifiant la réponse.

1.1.3. La composante v_{Sx} du vecteur vitesse du centre d'inertie lorsque le boulet est au sommet S de sa trajectoire.

1.2. Étude des conditions initiales du lancer.

1.2.1. En utilisant la figure 2, déterminer la composante v_{0y} du vecteur vitesse à l'instant de date $t = 0$ s.

1.2.2. À partir des résultats précédents, vérifier que la valeur de la vitesse instantanée et l'angle de tir sont compatibles avec les valeurs respectives $v_0 = 13{,}7$ m.s $^{-1}$ et $\alpha = 43$ ° données dans le texte.

1.3. Étude du vecteur vitesse du centre d'inertie du boulet.

1.3.1. Déterminer toutes les caractéristiques du vecteur vitesse du centre d'inertie du boulet au sommet de la trajectoire.

1.3.2. Sur le graphe $y = f(x)$ donné en **ANNEXE PAGE A4 À RENDRE AVEC LA COPIE**, tracer en cohérence avec les résultats des questions 1.1.1., 1.1.3., et 1.2.1. :
- le vecteur vitesse $\vec{v}_0$ du centre d'inertie du boulet à l'instant du lancer ;
- le vecteur vitesse $\vec{v}_s$ du centre d'inertie du boulet au sommet de la trajectoire.

Aucune échelle n'est exigée.

2. Étude théorique du mouvement du centre d'inertie.

Le boulet est une sphère de volume V et de masse volumique $\mu = 7{,}10 \times 10^{3}$ *kg.m* $^{-3}$.
La masse volumique de l'air est $\mu' = 1{,}29$ *kg.m* $^{-3}$.

2.1. Exprimer littéralement la valeur P_A de la poussée d'Archimède exercée par l'air sur ce boulet ainsi que la valeur P de son poids. Montrer que P_A est négligeable devant P.

2.2. Par application de la 2ème loi de Newton (ou théorème du centre d'inertie), dans le référentiel terrestre supposé galiléen, déterminer le vecteur accélération du centre d'inertie du boulet lors du mouvement (on supposera que, compte tenu des faibles vitesses atteintes, les frottement dus à l'air au cours du jet sont négligeables).

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 8 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2.3. Dans le repère d'espace défini en introduction, montrer que les équations horaires du mouvement s'expriment sous la forme :

$$x(t) = (v_0 \cdot \cos\alpha) \cdot t \qquad \text{et} \qquad y(t) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + (v_0 \cdot \sin\alpha) \cdot t + h$$

où v_0 est la vitesse initiale du jet et α l'angle initial de tir (angle entre l'horizontale et le vecteur vitesse initiale $\vec{v}_0$).

2.4. En déduire l'équation de la trajectoire du centre d'inertie.

3. Comment améliorer la performance d'un lanceur ?

L'entraîneur veut ensuite savoir sur quel(s) paramètre(s) il peut travailler pour améliorer la performance de l'athlète. Celui-ci est plus petit que le recordman du monde, sa taille est telle que l'altitude initiale de ses lancers n'est au maximum que de h' = 2,45 m.
L'entraîneur décide donc d'étudier l'influence de la valeur v_0 de la vitesse initiale du lancer et de l'angle de tir α.
Il réalise des séries de simulations rassemblées dans les réseaux de courbes correspondants aux figures 3 et 4.
Sur la figure 3, l'angle de tir est maintenu constant soit $\alpha = 41°$
Sur la figure 4, la vitesse est maintenue constante soit $v_0 = 13{,}8\ m.s^{-1}$

Figure 3 ($\alpha = 41°$)

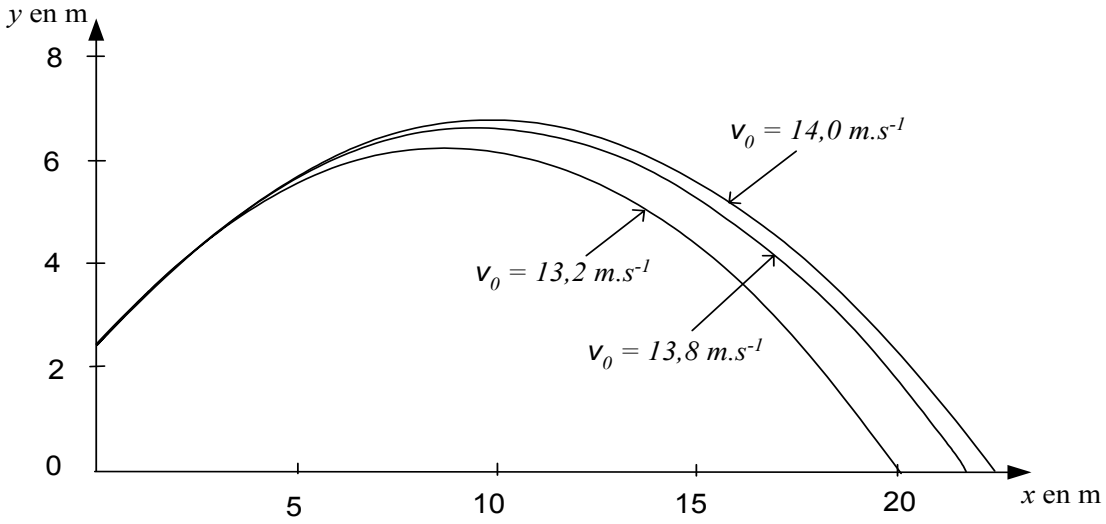
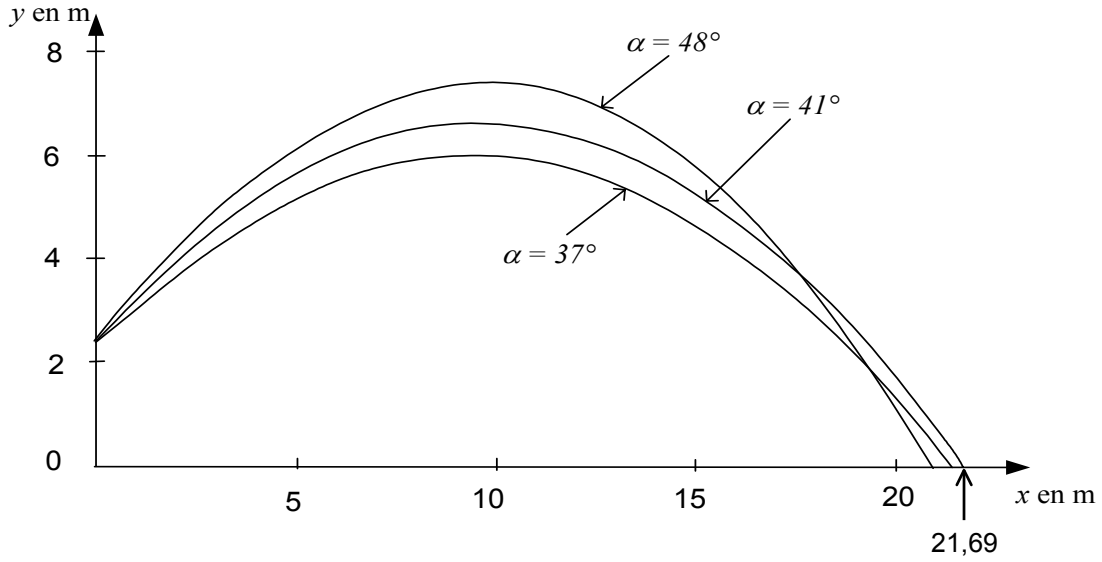


Figure 4 ($v_0 = 13{,}8\ m.s^{-1}$)



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 9 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

3.1. À partir des figures 3 et 4, entourer, dans le tableau de l'**ANNEXE PAGE A4 À RENDRE AVEC LA COPIE**, la proposition correcte donnant l'évolution de la longueur du jet pour :

- l'angle α fixé ;
- la valeur v_0 fixée.

3.2. Confronter les figures 3 et 4 pour en déduire si, parmi les combinaisons proposées, il en existe une satisfaisante pour battre le record du monde. Justifier la réponse.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2004

Si votre composition comporte plusieurs feuilles, numérotez-les.
... /...

PHYSIQUE-CHIMIE

OBLIGATOIRE

Série : **S**

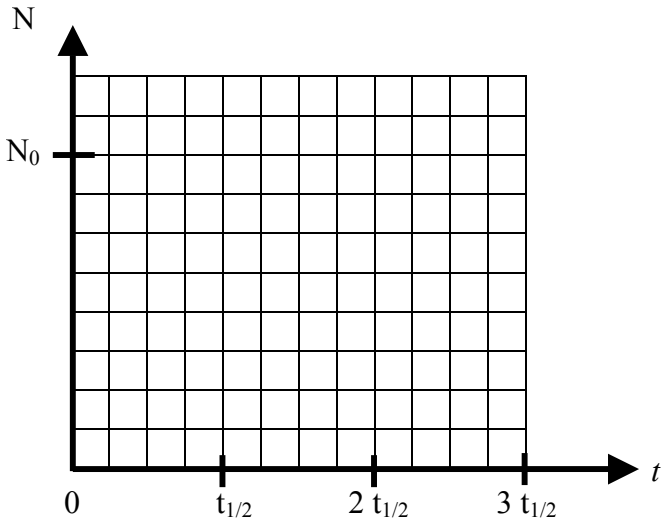
FEUILLET DES ANNEXES
À RENDRE AVEC LA COPIE.

Tournez la page S.V.P.

4PYOSNC1 **Page annexe A1**

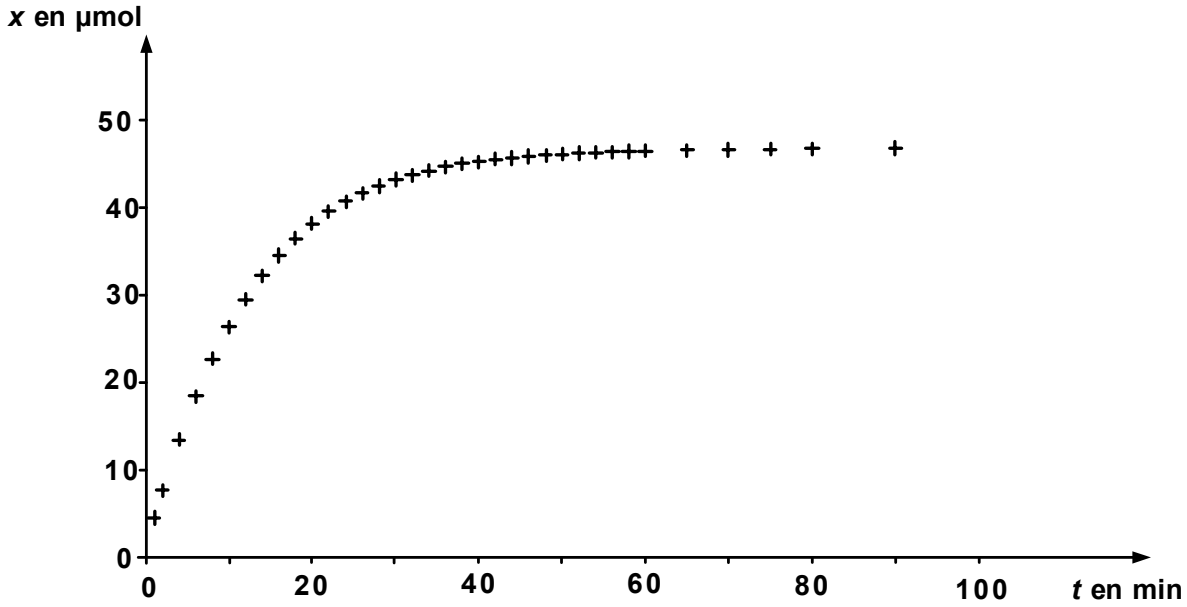
ANNEXE DE L'EXERCICE I

Question 4.3



ANNEXE DE L'EXERCICE II

Question 1.3



4PYOSNC1 **Page annexe A2**

ANNEXE DE L'EXERCICE II

Question 2.3.

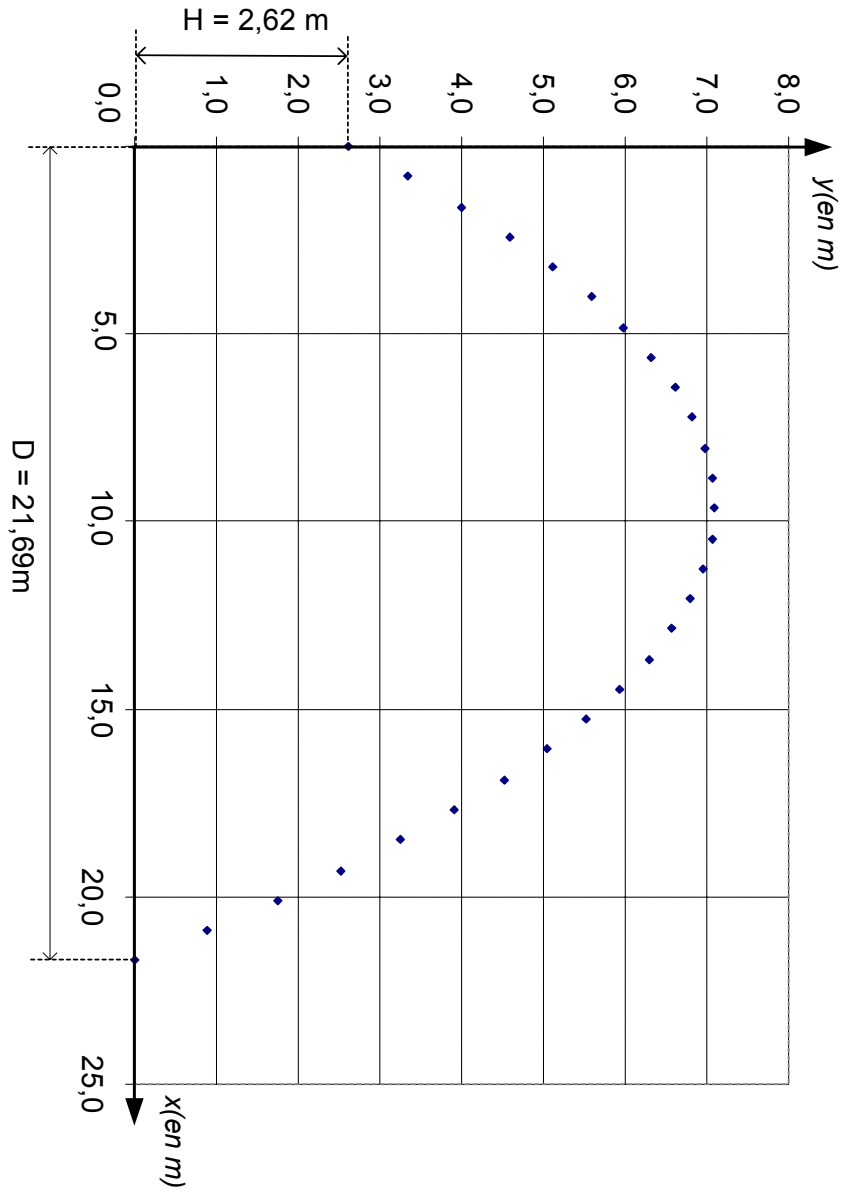
Rappel : la candidat pourra, s'il le souhaite compléter et exploiter le tableau donné ci-dessous :

Relation stœchiométrique		$I_{2\,(aq)}$ + 2 $S_2O_3^{2-}{}_{(aq)}$ = 2 $I^-{}_{(aq)}$ + $S_4O_6^{2-}{}_{(aq)}$			
État du système	Avancement	Quantité de matière en mol			
État initial					
Au cours de la transformation					
À l'équivalence					

Question 3.2.

Relation stœchiométrique		2 $I^-{}_{(aq)}$ + $S_2O_8^{2-}{}_{(aq)}$ = $I_{2\,(aq)}$ + 2 $SO_4^{2-}{}_{(aq)}$			
État du système	Avancement	Quantité de matière en mol			
État initial					
Au cours de la transformation					
État final attendu	x_{max}				

ANNEXE DE L'EXERCICE III



angle α fixé	vitesse initiale v_0 fixée
Quand v_0 augmente, la distance horizontale D du jet : - augmente - diminue - est la même - augmente, passe par un maximum puis diminue - diminue, passe par un minimum puis augmente	Quand α augmente la distance horizontale D du jet : - augmente - diminue - est la même - augmente, passe par un maximum puis diminue - diminue, passe par un minimum puis augmente