BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2009

PHYSIQUE - CHIMIE

Série S

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

L'usage de la calculatrice électronique est autorisé

OBLIGATOIRE

Ce sujet comporte un exercice de **CHIMIE** et deux exercices de **PHYSIQUE** présentés sur 9 pages numérotées de 1 à 9, y compris celle-ci.

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

I – Préparation d'une phéromone

II – L'énergie du futur

III – Chute d'une bille dans un fluide visqueux

Les feuilles 8 sur 9 et 9 sur 9 sont à rendre avec la copie.

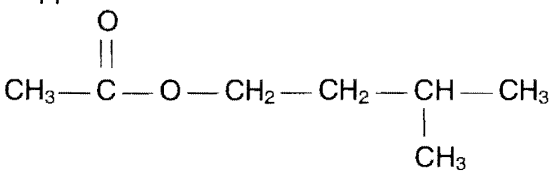
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Exercice 1 Préparation d'une phéromone (6,5 points)

Les phéromones sont des espèces chimiques servant à la communication au sein d'espèces vivantes.
Il existe des phéromones de rassemblement, de pistage, d'attraction sexuelle, d'alarme, de défense,... De nombreuses phéromones d'insectes sont des molécules relativement simples.

Lors d'une séance de travaux pratiques, on étudie la synthèse d'une phéromone **P**, phéromone d'alarme chez les abeilles.

La formule semi-développée de la molécule **P** est



Données : *TABLEAU 1*

	Masse molaire moléculaire ($g.mol^{-1}$)	Masse volumique ($g.mL^{-1}$)	Température d'ébullition (°C)	Solubilité dans l'eau
A : CH_3COOH	60,0	1,05	118	Soluble
Alcool B	88,0	$8,10.10^{-1}$	128	Très peu soluble
Eau	18,0	1,00	100	
Phéromone P	130	$8,70.10^{-1}$	143	Très peu soluble

Verrerie disponible :
- béchers : 10 mL ; 25 mL ; 100 mL
- éprouvettes graduées : 10 mL ; 25 mL ; 100 mL
- pipettes graduées : 1 mL ; 2 mL ; 5 mL ; 10 mL
- burette graduée au 1/10 ème de mL: 25 mL
- pipettes jaugées : 1,0 mL ; 5,0 mL ; 10,0 mL ; 20,0 mL.

La molécule **P** peut être préparée à partir de l'acide éthanoïque **A** et d'un alcool **B.**
Au laboratoire, dans un ballon de 100 mL, le préparateur introduit un volume V_A = 14,3 mL d'acide éthanoïque et une masse m_B = 22,0 g d'alcool **B**. Il ajoute avec précautions 1 mL d'acide sulfurique concentré et quelques grains de pierre ponce. Il adapte un réfrigérant à boules sur le ballon et chauffe à reflux pendant 4 heures.
Après extraction, il obtient une masse m_P = 21,7 g de phéromone **P.**

Les parties 1.1, 1.2, 1.3 et 1.4 sont indépendantes.

1.1 Réaction de synthèse.

1.1.1 Sur la formule semi-développée de la molécule **P**, entourer le groupement fonctionnel présent et donner le nom de ce groupement.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

1.1.2 Donner la formule semi-développée et le nom de l'alcool **B**.

1.1.3 Ecrire l'équation de la réaction de synthèse permettant d'obtenir la molécule de la phéromone **P**.

1.1.4 Préciser les deux caractéristiques principales de cette transformation.

1.2 Préparation de la phéromone P.

1.2.1 Pourquoi chauffe-t-on le mélange acide A alcool B ?
Quel est l'intérêt d'un dispositif à reflux ?

1.2.2 Quel matériel choisi dans la verrerie disponible utiliseriez-vous pour mesurer le volume V_A d'acide éthanoïque ?

1.3 Etude quantitative de la réaction.

1.3.1 Calculer les quantités de matière initiales, $n_{A(o)}$ et $n_{B(o)}$ de chacun des réactifs. On utilisera pour cela les données du ***TABLEAU 1***

1.3.2 Compléter le tableau d'avancement (***TABLEAU 2*** : lignes 3, 4 et 5 de l'annexe à rendre avec la copie).

1.3.3 Calculer l'avancement maximal x_M.

1.3.4.a Donner la relation liant la quantité n_P de phéromone formée dans l'état final et l'avancement final x_f.
En déduire la valeur de x_f et compléter le tableau d'avancement, ligne 5, en donnant les valeurs numériques.

1.3.4.b Exprimer et calculer le taux d'avancement τ (ou rendement) de cette réaction.

1.3.5.a Définir la constante d'équilibre K associée à cette réaction de synthèse.

1.3.5.b L'exprimer en fonction de x_f, $n_{A(o)}$ et $n_{B(o)}$.

1.3.5.c Montrer que K = 4,0.

1.3.6.a Dans les mêmes conditions, on mélange $n'_{A(0)} = 2{,}5.10^{-1}$ mol du même acide éthanoïque **A** et $n'_{B(0)} = 5{,}0.10^{-1}$ mol d'alcool **B** puis on chauffe à reflux.
Que pouvez-vous dire du quotient de réaction Qr_f dans l'état final ?
Calculer l'avancement final x_f' de cette transformation, en utilisant la question **1.3.5.b**.

1.3.6.b Calculer le taux d'avancement final τ' (rendement) de la réaction précédente et le comparer à τ. En déduire une façon assez générale d'améliorer le rendement de la réaction.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

1.4 Augmentation du rendement de la réaction.

Des élèves font des propositions pour augmenter le rendement de cette réaction :

* Ajouter une plus grande quantité d'acide sulfurique concentré dans le mélange réactionnel.

** Eliminer l'eau par distillation au fur et à mesure de sa formation.

*** Remplacer l'acide éthanoïque par de l'anhydride éthanoïque .

Pour chaque proposition, précisez si vous êtes en accord ou en désaccord avec ces élèves et pour quelle raison.

EXERCICE 2 — L'énergie du futur — (5,5 points)

On sait depuis les travaux de Hans Bethe (1939) que l'énergie du rayonnement émis par le Soleil a pour origine la fusion nucléaire de l'hydrogène.

Les physiciens essaient de réaliser la même réaction en la contrôlant. Maîtriser sur Terre la fusion des noyaux légers à des fins de production d'énergie mettrait à disposition de l'Homme des ressources quasiment illimitées, ce qui pourrait résoudre les problèmes à venir que provoquera la baisse inéluctable des réserves pétrolières. Tel est l'objectif des recherches engagées par les grandes nations industrielles avec le projet ITER, réacteur expérimental de fusion nucléaire.

Données

Le neutron ${}^{1}_{0}n$ est noté n.

Suivant la tradition, on appelle deutérium d le noyau ${}^{2}_{1}H$ et tritium t le noyau ${}^{3}_{1}H$.

On rappelle la valeur de l'unité de masse atomique u : $1u = 1{,}66054.\ 10^{-27}$ kg.

On donne :

$m(d) = 2{,}01355$ u ; $m(t) = 3{,}01550$ u ; $m({}^{4}_{2}He) = 4{,}00150$ u ; $m(n) = 1{,}00866$ u.

2.1 Réaction deutérium tritium

C'est la réaction la plus facile à déclencher. Elle fait l'objet d'importantes recherches.

L'équation nucléaire en est :

$$ {}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n $$

2.1.1 Quelle est la composition des noyaux de deutérium et de tritium ? Comment qualifie-t-on de tels noyaux ?

2.1.2 D'une façon générale, qu'appelle-t-on fusion nucléaire ?

2.1.3 Avant la fusion, le système est constitué d'un noyau de deutérium et d'un noyau de tritium.
Après transformation, il est constitué des produits de la réaction nucléaire.
Calculer en unités de masse atomique la masse du système avant et après la fusion. Que peut-on déduire de la comparaison de ces deux valeurs ?

2.1.4 Calculer, en joules puis en MeV, l'énergie libérée par la fusion d'un noyau de deutérium et d'un noyau de tritium.
On donne : $c = 3{,}00.\ 10^{8}$ m.s^{-1} et $1eV = 1{,}60.\ 10^{-19}$ J.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 4 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2.1.5 La constante d'AVOGADRO vaut $N_A = 6{,}02.\ 10^{23}\ mol^{-1}$.
La masse molaire atomique du deutérium est d'environ $2\ g.mol^{-1}$.
Sachant qu'il est possible d'extraire 33 mg de deutérium d'un litre d'eau de mer, calculer en joules l'énergie obtenue à partir du deutérium extrait d'un mètre-cube d'eau de mer.

2.1.6 Le pouvoir énergétique du pétrole vaut $42{,}0\ MJ.kg^{-1}$.
Calculer la masse de pétrole qui produirait par combustion la même énergie.
Conclure.

2.2 Radioactivité

Le tritium est radioactif β^- ; sa demi-vie vaut $t_{1/2} = 12{,}3$ ans.

2.2.1 Qu'est-ce qu'un noyau radioactif ?

2.2.2 Définir les trois types de radioactivité.

2.2.3 Ecrire l'équation de la désintégration du noyau de tritium $^{3}_{1}H$ en rappelant les lois utilisées.

2.2.4 Quelle est la signification du terme demi-vie ?

2.2.5 A un instant pris comme origine des temps, le nombre de noyaux de tritium vaut N_0.
Quelle est l'expression du nombre N de noyaux à l'instant t en fonction de N_0, $t_{1/2}$ et t ?

2.2.6 Au bout de combien de temps N vaut-il le dixième de sa valeur initiale N_0 ?

EXERCICE 3 — Chute d'une bille dans un fluide visqueux — (4 points)

Une éprouvette contenant un liquide visqueux sert de support à l'étude de la chute d'une bille d'acier. Le schéma ci-dessous, qui donne une idée du montage, n'est qu'indicatif. En particulier, il ne respecte pas d'échelle et ne peut pas servir de support pour des mesures.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

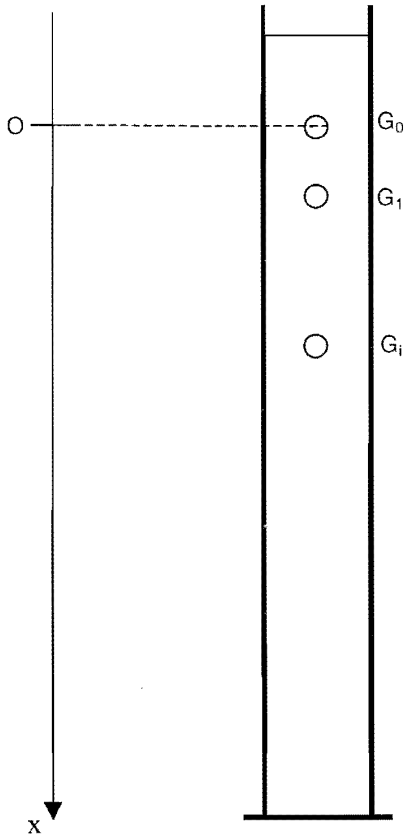


FIGURE 1

La bille, qui constitue le système étudié, est lâchée sans vitesse initiale à l'instant $t = 0$ (voir figure 1). Au même instant, une acquisition vidéo assurée par une webcam couplée à un ordinateur est déclenchée de manière à enregistrer 25 images par seconde.
La position instantanée x du centre G de la bille est repérée par l'axe vertical orienté vers le bas $\vec{Ox}$, de vecteur unitaire $\vec{i}$. A $t = 0$, G est en G_0.

Le vecteur-vitesse de G est noté $\vec{v} = v.\vec{i}$.
La vidéo est ensuite analysée à l'aide d'un logiciel approprié qui permet de repérer aux dates t_i les positions successives x_i de G lors de son mouvement descendant et de calculer approximativement la vitesse moyenne v_i entre les dates t_{i-1} et t_{i+1}.
La détermination des vitesses v_i aux instants t_i donne l'***ENREGISTREMENT 1***.

3.1 Exploitation de l'enregistrement

3.1.a Expliquer comment le logiciel permet de déterminer les vitesses v_i à partir des positions x_i aux instants t_i.

3.1.b Mettre en évidence l'existence d'une vitesse limite v_L dont on donnera la valeur.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 6 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

3.2 Equation du mouvement

On considère comme système la bille plongée dans le liquide et en mouvement par rapport à celui-ci.

3.2.a Faire le bilan des forces qui s'exercent sur le système. Les représenter sur un schéma.

3.2.b On note m et V la masse et le volume de la bille, ρ et ρ' les masses volumiques respectives de l'acier qui constitue la bille et du liquide dans laquelle celle-ci est plongée. $\vec{g} = g.\vec{i}$ est l'accélération de la pesanteur.
On suppose que la force (« résistance ») exercée par le fluide sur la bille en mouvement est de la forme $\vec{F} = -k.\vec{v}$, k étant une constante positive.
Déterminer l'équation différentielle vérifiée par la fonction v(t). Montrer qu'elle est de la forme :

$$\frac{dv}{dt} = \frac{-k.v}{m} + \alpha.g$$

3.2.c Vérifier que la fonction $v(t) = \alpha.g\frac{m}{k}.\left[1 - \exp\left(-\frac{k}{m}t\right)\right]$ est solution de l'équation précédente et vérifie la condition initiale : à t = 0, v = 0.

On prend dorénavant les valeurs suivantes, données dans le système international S.I. :
$m = 5{,}00.10^{-3}$ kg ; $g = 9{,}81$ m.s^{-2} ; $k = 7{,}60.10^{-2}$ kg.s^{-1} ; $\alpha = 0{,}906$.

3.2.d Dans l'équation différentielle ou dans l'expression de la solution, mettre en évidence l'existence d'une vitesse limite. Calculer sa valeur et la comparer à celle trouvée en 3.1.b.

Utiliser l'analyse dimensionnelle pour déterminer l'unité de $\frac{m}{k}$.

Calculer numériquement ce rapport.
Quelle interprétation peut-on donner de cette grandeur ?

3.3 Détermination du temps caractéristique sur l'enregistrement

Par une méthode de votre choix et que vous expliciterez, déterminez sur l'enregistrement la valeur du temps τ caractéristique du phénomène. Conclusion.

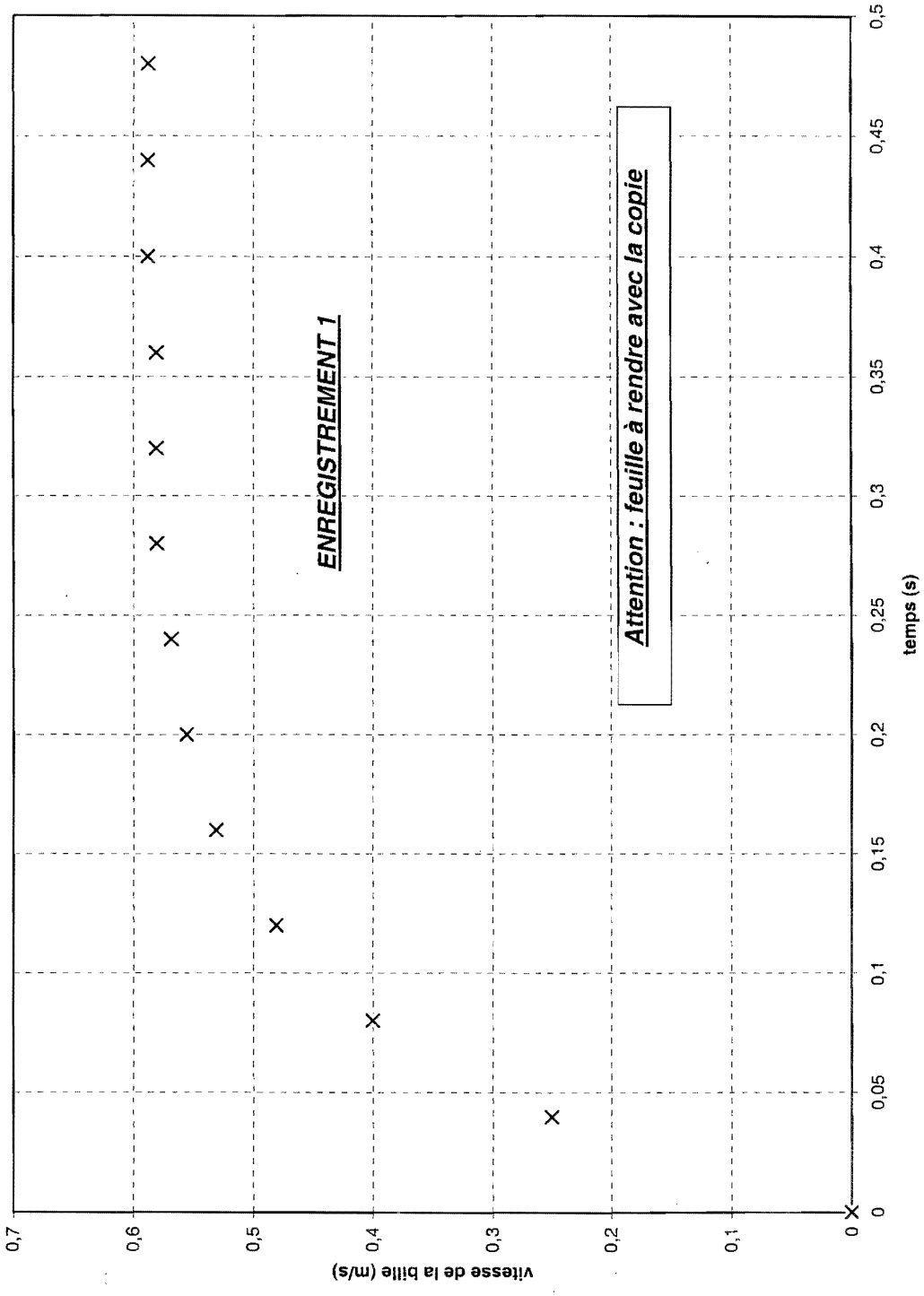
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Annexe

TABLEAU 2 : tableau d'avancement

Ligne 1	**Equation de la réaction**		**CH_3COOH**	**+ B**	**= P**	**+ E**
Ligne 2	**Etat du système**	Avancement (mol)	Quantité de matière (mol)			
Ligne 3	initial	0	$n_{A(o)}$ =	$n_{B(o)}$ =		
Ligne 4	intermédiaire	x				
Ligne 5	final réel	x_f				

Attention : feuille à rendre avec la copie



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer