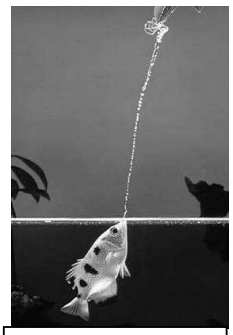
EXERCICE I - LES PROUESSES DU POISSON ARCHER (9 points)

Le Toxotes jaculatrix, plus communément appelé poisson archer, est une espèce d'une dizaine de centimètres de long originaire de la Polynésie française, du Nord de l'Australie et de l'Asie du Sud-Est, bien connue des aquariophiles. Sa technique de capture des insectes en fait un chasseur hors-pair puisqu'il est capable à l'âge adulte d'atteindre des proies aériennes situées à près de deux mètres.



Crédit : Encyclopédie Microsoft® Encarta® en ligne 2007

Après une présentation de sa technique de chasse, on modélisera le mouvement du jet d'eau ; enfin on s'intéressera à l'éclairage des aquariums.

Les parties 1, 2, 3 sont indépendantes.

1. Étude de texte

« La particularité du poisson archer est qu'il ne se contente pas d'attendre le hasard d'une chute ou qu'un coup de vent providentiel amène à lui cette manne céleste [les proies aériennes]. Il peut, en projetant un puissant jet d'eau avec sa bouche, faire tomber des proies en surface avant de les attraper […].

Après avoir repéré sa future proie, le poisson s'oriente, se rapproche et se positionne. Le museau affleure à la surface de l'eau mais les deux gros yeux situés près de la bouche […] restent sous la surface […].

Précis, le tir du Toxotes [poisson archer] est pourtant confronté à une difficulté balistique majeure : pour viser, il lui faut tenir compte de la différence d'indice de réfraction entre l'eau et l'air […].

Deux hypothèses ont été proposées pour expliquer la précision du poisson archer. La première est qu'il se positionne à la verticale de sa proie […]. Il voit donc théoriquement l'insecte où il est vraiment. Cependant l'observation montre que la majorité des tirs a lieu selon des angles variant de 70° à 80°, aussi pense-t-on que plus probablement son habileté résulte d'un apprentissage : c'est à force de rater sa cible que le poisson corrigerait de lui-même la réfraction. On a en effet déterminé expérimentalement qu'il est capable de tirer avec précision environ 8 fois par minute sur une période de 10 minutes, ce qui lui permet d'ajuster son tir si nécessaire. […]. [1]»

[1] Bruno Didier, *Le poisson archer,* Revue Insectes n°130, 2003, Septembre, p23

Données :

- Indices de réfraction de l'air et de l'eau : n_{air} = 1,0 et n_{eau} = 1,33
- Loi de Descartes : $n_1.sin\ i_1 = n_2.sin\ i_2$ avec i_1 : angle d'incidence et i_2 : angle de réfraction

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 6
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

1.1.

1.1.1. En prenant appui sur le texte, nommer le phénomène physique mis en jeu lors de la visée de l'insecte par le poisson. Dans quelles conditions observe-t-on ce phénomène ?

1.1.2. Justifier la phrase du texte : « *Il voit donc théoriquement l'insecte où il est vraiment* ».

1.2. Calculer la fréquence f d'émission des jets d'eau.

2. Modélisation du mouvement du jet d'eau

Dans la suite de l'exercice, le comportement du jet d'eau sera assimilé à celui d'une goutte d'eau de masse *m*.

On note $\overrightarrow{v_0}$ le vecteur vitesse initiale du centre d'inertie de la goutte.

Une mouche posée sur une feuille située à une hauteur $H = 75\ cm$ au-dessus de la surface de l'eau est convoitée par un poisson archer situé non loin de là. Le poisson projette vers l'insecte un jet d'eau avec un vecteur vitesse initiale $\overrightarrow{v_0}$ incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale. Le jet percute l'insecte au moment où l'eau atteint le sommet de sa trajectoire.

La situation est schématisée **SUR LA FIGURE 1 DE L'ANNEXE EN PAGE 11 À RENDRE AVEC LA COPIE.**

Soit **G** le centre d'inertie de la goutte d'eau et **I** le centre d'inertie de la mouche.

Dans toute l'étude on supposera que l'action de l'air est négligeable.

Le mouvement de **G** est étudié dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

On prend comme origine des dates, l'instant où le poisson archer projette l'eau ; le point **G** se trouve alors au point O pris comme origine du repère $(O\ ;\ \vec{\imath};\ \vec{\jmath})$.

Données :

- Intensité du champ de pesanteur terrestre : $g = 9{,}81\ m.s^{-2}$
- $v_0 = 4{,}0\ m.s^{-1}$

2.1. Étude du mouvement

2.1.1. Qu'implique la phrase : « l'action de l'air est négligeable » pour le bilan des forces ?

2.1.2. En déduire, en appliquant la deuxième loi de Newton dans le repère $(O\ ;\ \vec{\imath};\ \vec{\jmath})$, l'expression vectorielle puis les coordonnées du vecteur accélération $\overrightarrow{a_G}$ du centre d'inertie G de la goutte.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 6
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2.2. Vecteur vitesse

2.2.1. Exprimer les coordonnées du vecteur vitesse initiale $\overrightarrow{v_0}$ dans le repère $\left(O\,;\,\vec{i}\,;\,\vec{j}\right)$ en fonction de l'angle α et de v_0.

2.2.2. Soit v_x la coordonnée horizontale du vecteur vitesse $\vec{v}$ du centre d'inertie G de la goutte au cours du mouvement. Expliquer qualitativement pourquoi on peut affirmer que v_x garde une valeur constante au cours du mouvement.

2.3. Recherche de la condition initiale sur l'angle α pour que le jet d'eau atteigne l'insecte

2.3.1. Dessiner **SUR LA FIGURE 1 DE L'ANNEXE EN PAGE 11,** sans souci d'échelle, le vecteur vitesse (noté $\overrightarrow{v_S}$) du centre d'inertie G de la goutte, au moment de l'impact avec l'insecte, resté immobile au point représenté sur la figure.

2.3.2. Exprimer les coordonnées de $\overrightarrow{v_S}$ dans le repère $(O\,;\,\vec{i}\,;\,\vec{j})$ en fonction de v_0 et α.

2.3.3. Exprimer l'énergie mécanique du jet d'eau en fonction de m, v_0, α, g et H :

2.3.3.1. au point O ;

2.3.3.2. au moment de l'impact avec la mouche.

On choisira la surface de l'eau comme référence pour l'énergie potentielle de pesanteur : $Ep = 0$ pour $y = 0$.

2.3.4. En déduire que la valeur de l'angle α permettant au jet d'eau d'atteindre la mouche vérifie l'équation : $\sin\alpha = \frac{\sqrt{2\times g\times H}}{v_0}$.

On rappelle que $sin^2\,\alpha + cos^2\,\alpha = 1$.

Vérifier que la valeur de l'angle α vaut 74°.

2.4. Mouvement du jet d'eau

2.4.1. À partir des résultats de la question 2.1.2., montrer que les équations horaires $x_G(t)$ et $y_G(t)$ du mouvement du centre d'inertie G de la goutte sont :

$$\begin{cases} x(t) = v_0\cos\alpha\times t \\ y(t) = -\frac{1}{2}g\times t^2 + v_0\sin\alpha\times t \end{cases}$$

2.4.2. Montrer que pour que la mouche puisse échapper au jet d'eau, il faut que son temps de réaction, noté t_R, soit inférieur ou égal à 0,39 s.

2.4.3. En déduire que la distance d indiquée **SUR LA FIGURE 1 DE L'ANNEXE EN PAGE 11** a pour valeur environ 43 cm.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

3. Éclairage d'un aquarium

En aquariophilie, on utilise comme éclairage des tubes fluorescents. Ce type de tube contient de la vapeur de mercure à basse pression dans laquelle on déclenche une décharge électrique. Le rayonnement ultraviolet émis par le mercure est transformé en lumière visible par une poudre fluorescente qui tapisse la paroi intérieure du tube. Le spectre d'émission du tube dépend de la nature de la poudre fluorescente utilisée.

Il existe une grande variété de tubes fluorescents parmi lesquels on trouve des tubes avec la mention « plein spectre » (lumière du jour). La **figure 2** présente le spectre d'émission d'un de ces tubes.

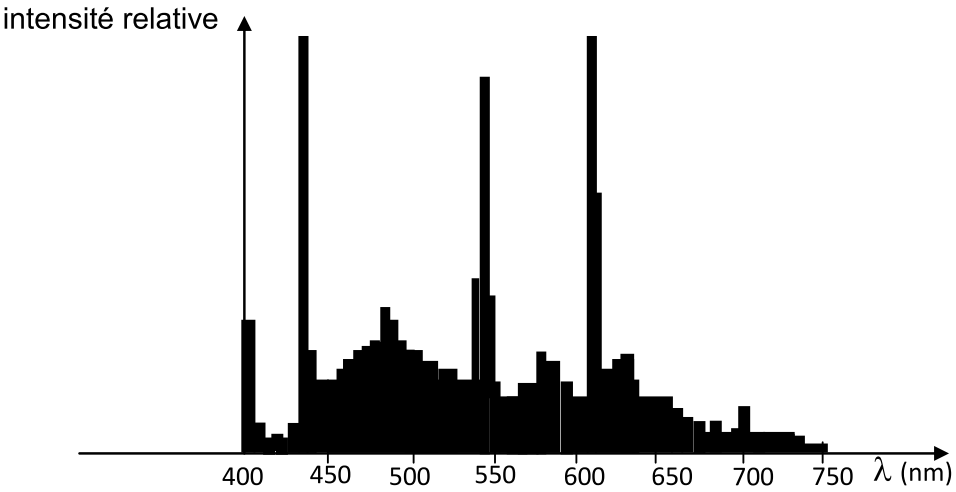


Figure 2. Spectre d'émission d'un tube fluorescent « plein spectre »

Données :

- Longueurs d'onde des principales raies d'émission du mercure dans le visible : 405 nm, 436 nm, 546 nm, 577 nm, 579 nm, 615 nm.
- Constante de Planck : $h = 6{,}63.10^{-34}$ J.s.
- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3{,}00.\ 10^{8}$ m.s^{-1}.
- 1 eV = $1{,}60 \times 10^{-19}$ J.
-

Couleurs	Violet	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
λ (nm)	400 – 424	424 – 491	491 – 575	575 – 585	585 – 610	610 – 750

3.1. Situer le domaine des longueurs d'onde des ultra-violets par rapport au domaine des longueurs d'onde des radiations visibles.

3.2. À propos du spectre du tube fluorescent

3.2.1. Justifier l'appellation « plein spectre » de ce type de tube.

3.2.2. À partir du texte, indiquer le rôle du mercure dans le tube fluorescent.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

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

3.3. À propos du mercure utilisé dans le tube fluorescent

La **figure 3 ci-dessous** représente le diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de mercure.

3.3.1. Quel nom donne-t-on au niveau d'énergie E_0 ? Comment appelle-t-on les niveaux d'énergie E_1 à E_4 ?

3.3.2. L'une des radiations visibles émises par la vapeur de mercure correspond à une transition faisant intervenir les niveaux d'énergie E_1 et E_3 du diagramme représenté sur la **figure 3 ci-dessous**. Préciser le sens de cette transition.

3.3.3. Calculer la valeur de la longueur d'onde du photon émis lors de la transition. La valeur trouvée est-elle cohérente avec les données de l'énoncé ?

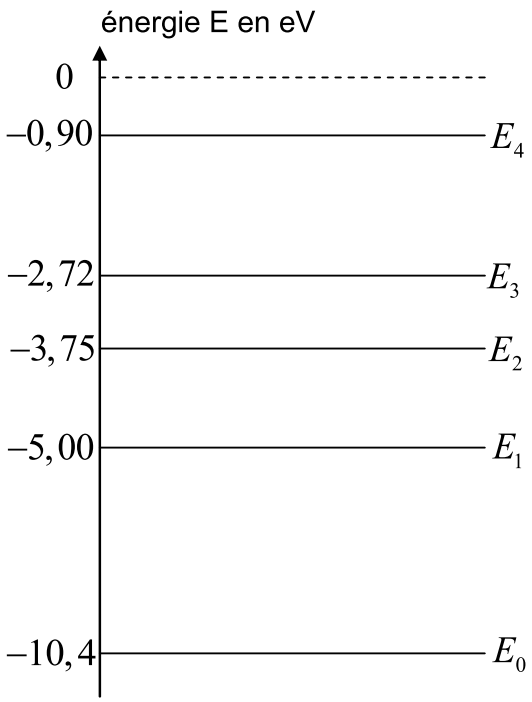


Figure 3. Diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de mercure

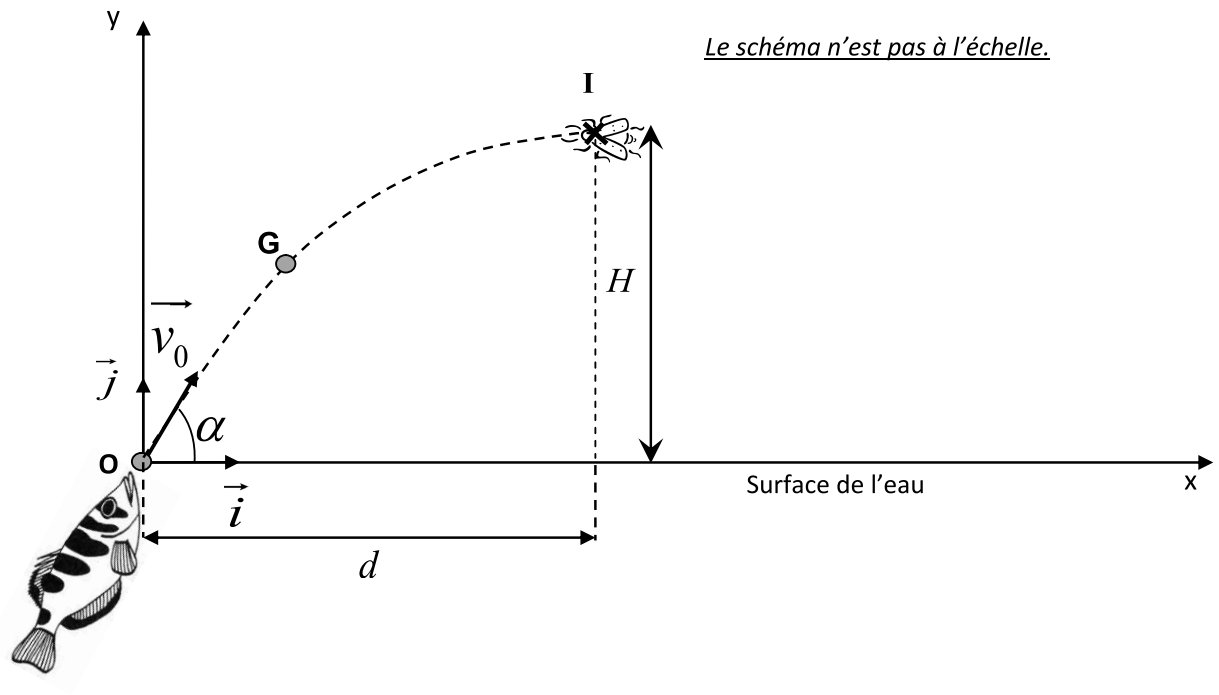
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

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

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

ANNEXE DE L'EXERCICE I

2.



Le schéma n'est pas à l'échelle.

Figure 1

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

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