

Exercice 1 : Etude de la trajectoire d'une tête de jet d'eau envoyé par un poisson archer

Le poisson archer est un virtuose du jet d'eau. Il arrive à contrôler et jongler avec une goutte d'eau créée en tête de jet pour la diriger avec violence sur sa proie (un insecte d'une dizaine à une centaine de mg). Ces proies sont fermement ancrées à la végétation et une énergie d'au moins 5 mJ est nécessaire pour les déloger et les faire ainsi tomber dans l'eau (où elles seront dévorées par le poisson archer).

Des scientifiques ont filmé le mouvement de la tête d'un jet d'eau émis par ce poisson à l'aide d'une caméra fixée perpendiculairement à l'aquarium. Pour des raisons de visibilité, une partie de la trajectoire (dans l'air) est en négatif afin de mieux visualiser les points sur la figure 1. La tête du jet est une goutte d'eau (ou bille d'eau, plus ou moins déformée) a un volume voisin de 1,0 mL lors de l'impact.

La trajectoire du centre de gravité A de cette « goutte », obtenue avec un logiciel de pointage est représentée ci-dessous. Tous les points se trouvent dans le même plan ($x_{A_0}y$).

A_0 ($\hat{a}t=0s$) correspondant à l'intersection des 2 axes x et y, est le premier point situé au premier au niveau de la bouche du poisson, à la surface de l'eau (eau en noir sur la photo). Les autres points A_1, A_2, \dots (jusqu'au point A_{20}) sont obtenus par ordre chronologique mais ne sont pas numérotés sur la figure 1.

La double flèche (voir à droite de la trajectoire) a une longueur réelle de 20 cm.

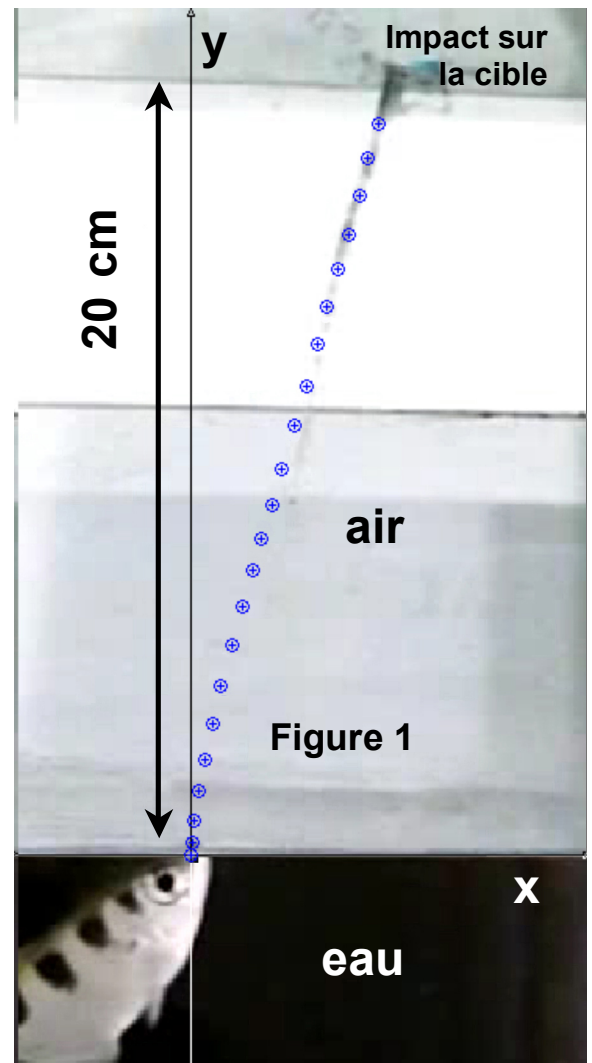
y représente l'axe des altitudes. L'intervalle de temps entre 2 photos consécutives est $\Delta t = 2,5$ ms.

Donnée : $g = 10$ N/kg

1) Décrire le mouvement du centre de gravité de la tête du jet d'eau, dans le référentiel terrestre de A_0 à A_5 .

On argumentera l'évolution de la vitesse dans ce cas :

2) Montrez que, de A_{15} à A_{20} , on peut considérer que les forces exercées sur « la goutte » (formant la tête d'un jet d'eau) se compensent. Argumentez, en donnant le nom du concept scientifique utilisé et en énonçant ce concept.



3) a) Quels sont les objets qui exercent une action sur « la goutte » (formant la tête d'un jet d'eau avant impact) sur l'insecte ? On donnera le symbole des vecteurs forces correspondantes.

On négligera l'action exercée par l'air

3) b) Après avoir donné leurs intensités en N, représenter, de 2 couleurs différentes, les vecteurs force exercés sur « la goutte » (formant la tête d'un jet d'eau) en A_{15} .

On donnera prendra comme échelle : 1,0 cm représente $5,0 \times 10^{-3}$ N

4) Déterminer la valeur de la vitesse de la tête d'un jet d'eau juste avant impact avec l'insecte (à l'avant dernier point visualisé sur la trajectoire).

5) Montrez que l'énergie cinétique est suffisante pour déséquilibrer et faire tomber un insecte.

(page / 16)

Nom :

Prénom :

Classe : 2nd ...

--	--

Exercice 2 : l'énergie de l'éthanol

Doc 1 : L'énergie alimentaire

Pour fonctionner correctement, le corps humain a besoin d'énergie. Cette énergie provient de la digestion, et du métabolisme des aliments que nous consommons. Les cellules tirent leur énergie de la dégradation des aliments. Le corps a besoin d'énergie et la nourriture joue le rôle de « combustible ».

Les besoins énergétiques varient avec l'âge, le sexe et l'activité mais représentent environ 10 MJ / j soit 10000 kiloJoules par jour [kJ / j].

Extrait de <https://www.sante-sur-le-net.com/nutrition-bien-etre/nutrition/besoins-energetiques>

Extrait de http://www.jeanduperrex.ch/Site/Energie_alimentaire.html

Doc 2 : La vodka

La vodka est un « alcool » issu de la distillation d'un moût fermenté, élaboré à partir de céréales, de pomme de terre.

La vodka, titrant à 96% (ou 96° alc) après la distillation, est ensuite ramenée entre 25 et 50 % (25° et 50° alc) par l'adjonction d'eau de source.



On considèrera que la vodka peut se résumer à une solution aqueuse d'éthanol.

L'éthanol est totalement soluble dans l'eau,

Données : • La masse molaire de l'éthanol (de formule brute C_2H_6O) a pour valeur 46 g/mol

• 1° alc. correspond, en éthanol, à 1 % du volume total de la solution.

Exemple : une solution à 20% ou 20° alc contient 20 mL d'éthanol pour 100 mL de solution aqueuse.

On peut ainsi définir une concentration volumique (sans unité), C_v (éthanol) = 20% dans ce cas.

• La masse volumique de l'éthanol est : ρ (éthanol) = 0,80 kg / L (à 20 °C)

Extrait : <https://www.whisky.fr/decouvrir/guides/vodka/crus-et-production-vodka.html>

Doc 3 : Le Pouvoir Calorifique de l'éthanol pur

Voici ci-dessous, le schéma du montage, analogue à celui réalisé en TP. Il permet d'obtenir l'ordre de grandeur de l'énergie dégagée au cours de la réaction de combustion de 1 mol ou 1 g d'éthanol pur.

Cette énergie par unité de quantité de matière est appelée pouvoir calorifique molaire, sa valeur est pour l'éthanol : PC_{mol} (éthanol) = 1346 kJ/mol

On peut aussi raisonner en pouvoir calorifique massique : 1 g d'éthanol pur fournit une énergie de 7,0 kcal.

$PC_{massique}$ (éthanol) = 7,0 kcal/ g

On réalise, dans l'expérience suivante, la combustion de 0,80 g d'éthanol pur (contenu dans une lampe).

La masse d'eau liquide chauffée, contenue dans la canette, est de 200 g.

L'énergie, libérée par la combustion de cette masse d'éthanol pur $\Delta m = 0,80$ g est transférée, sous forme de chaleur à l'eau.

L'énergie thermique (ou chaleur) récupérée par l'eau, notée Q, est proportionnelle à la masse de l'eau liquide et à la variation de la température.

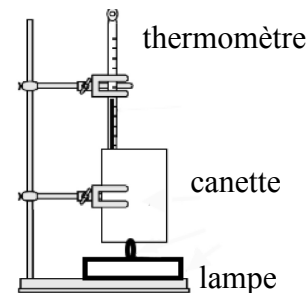
Le coefficient de proportionnalité, appelé « chaleur massique de l'eau liquide » a pour valeur : $C(eau) = 4,18 \text{ J} \cdot \text{C}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$,

La relation permettant d'évaluer l'énergie récupérée par l'eau est :

$$Q = m(eau) \times C(eau) \times (T_f - T_i)$$

où T_f représente la température finale de l'eau,

T_i la température initiale de l'eau.



I) Préparation d'une solution d'éthanol de même concentration que dans la solution de Vodka

1) Montrez que la concentration massique en éthanol pur contenu dans une solution (aqueuse) de vodka 45 °alc, a pour valeur 360 g/L.

2) Un producteur désire, par dilution (par l'adjonction d'eau de source), réaliser 1,00 L d'une vodka titrant à 45° alc, en utilisant la vodka obtenue titrant à 96% après la distillation.

Déterminez le volume de vodka titrant à 96% nécessaire pour d'obtenir cette solution aqueuse.

II) L'énergie « calorifique » de l'éthanol :

Boris, un vieil alcoolique, boit 1 Litre de vodka à 45° alc par jour.

1) Quelle énergie, Boris peut-il tirer de la consommation de 1 Litre de vodka, en admettant que tout l'alcool a été transformé et assimilé par l'organisme ?

2) Ecrire l'équation de réaction de combustion complète de l'éthanol.

3) Déterminer, dans le cas de l'expérience décrite dans le Doc 3, la variation de température de l'eau liquide : $\Delta T = (T_f - T_i)$ qui devrait être mesurée, si cette eau récupérait toute l'énergie thermique dégagée lors de la réaction de combustion.

Nom :

Prénom :

Classe : 2nd ...

Partie feuille de brouillon

Correction Ex 1 : Etude de la trajectoire d'une tête de jet d'eau envoyé par un poisson archer

- 1) (/5) de A_0 à A_5 : dans le référentiel terrestre (+ 0,5) mvt curviligne (1,5) car points non alignés et accéléré (1,5) car points consécutifs de + en + éloignés (la vitesse augmente) (1) alors que l'intervalle de temps entre 2 images n'est pas modifié (1)
- 2) (/4) Montrez que, de A_{15} à A_{20} , on peut considérer que les forces exercées sur « la goutte » (formant la tête d'un jet d'eau) se compensent. Argumentez, en donnant le nom du concept scientifique utilisé et en énonçant ce concept. Les forces exercées sur l'hélicoptère se compensent dans le cas b (1) en effet le mouvement de A_{15} à A_{20} est rectiligne et uniforme (2), le principe d'inertie est applicable (1)

(page / 9)

- 3) a) (/3) Quels sont les objets qui exercent une action sur « la goutte » avant impact sur l'insecte ? On donnera le symbole des vecteurs forces correspondantes. On négligera l'action exercée par l'air. Les objets qui exercent une action sur « la goutte » sont : l'eau (du jet) (1) (vecteur F_e/g) (0,5) et la terre (1) (vecteur P) (0,5)
- 3) b) (/6) Après avoir donné leurs intensités en N, représenter les vecteurs force exercés sur « la goutte » formant la tête d'un jet d'eau en A_{15} . On donnera comme échelle : 1,0 cm représente $5,0 \times 10^{-3}$ N
 $P = m \times g = \rho \times V \times g = 1,0 \times 10^{-3} \times 10 \times 10 = 1,0 \times 10^{-2}$ N = 10 mN (+ 0,5)
(0,5) (0,5) (0,5) (0,5) (0,5) (0,5) Le vecteur P est représenté par 2,0 cm ou dessin (0,5)
Le vecteur F_{eau} / goutte a la même longueur (0,5) dirigé vers le bas (0,5), sens contraire du vecteur poids (0,5) voir dessin (0,5) point application A_5 (0,5)

- 4) (/5) Déterminer la valeur de la vitesse de la tête d'un jet d'eau juste avant impact avec l'insecte (à l'avant dernier point visualisé sur la trajectoire). 1,0 cm correspond à 2,0 cm = $2,0 \times 10^{-2}$ m (1)

$$V(A_{20}) = A_{19} A_{21} / 2\Delta t = 2,0 \times 10^{-2} / (2,5 \times 10^{-2} \times 2) = 4,0 \text{ m/s}$$

(0,5) (0,5) (0,5) (0,5) (0,5) (0,5) résultat (0,5) (unité 0,5)

- 5) (/6) Montrez que l'énergie cinétique est suffisante pour déséquilibrer et faire tomber un insecte.

$$1,0 \text{ cm correspond à } 2,0 \text{ cm} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ m (1)}$$

$$E_c(A_{20}) = \frac{1}{2} \times m \times V^2(A_{20}) = 0,5 \times (1,0 \times 10^{-3}) \times (4,0)^2 = 8,0 \times 10^{-3} \text{ J} = 8,0 \text{ mJ (unité 0,5)}$$

$$(0,5) (0,5) (0,5) (0,5) (0,5) (0,5) \text{ résultat (1 et 0,5 si calcul correct à partir de vitesse fausse)}$$

Cette énergie cinétique 8,0 mJ est bien supérieure à celle nécessaire pour déséquilibrer et faire tomber un insecte 5,0 mJ (1)

Ex 2 : l'énergie de l'éthanol

(page / 16)

I) Préparation d'une solution d'éthanol de même concentration que dans la solution de Vodka

- 1) (/6) Montrez que la concentration massique en éthanol pur contenu dans une vodka 45 °alc a pour valeur 360 g/L C_m (éthanol) = $m(\text{éthanol}) / V_s$ (1) = $C_v(\text{éthanol}) \times \rho(\text{éthanol})$ (1)

$$C_m(\text{éthanol}) = (45/100) \times 0,80 = 3,60 \times 10^{-2} \text{ kg/L} = 360 \text{ g/L}$$

$$(0,5) (1) (1) \text{ résultat (1) (unité 0,5) (+ 0,5)}$$

(page / 6)

- 2) (/5) Volume de vodka titrant à 96% nécessaire pour obtenir une vodka à 45° alc par dilution.

Son utilise la relation de dilution $C(\text{mère}) \times V(\text{mère}) = C(\text{fille}) \times V(\text{fille})$ (1). Il faut utiliser un volume d'éthanol donné par

$$\text{la relation : } V(\text{mère}) = C(\text{fille}) \times V(\text{fille}) / C(\text{mère}) = 45 \times 1,00 / 96 = 0,469 \text{ L} = 469 \text{ mL (+ 0,5)}$$

$$(0,5) (1) (1) (1) (1) \text{ résultat (1) (unité 0,5)}$$

II) L'énergie « calorifique » de l'éthanol : Boris, un vieil alcoolique, boit 1 Litre de vodka à 45° alc par jour.

- 1) (/5) Quelle énergie, Boris peut-il tirer de la consommation de 1 Litre de vodka, en admettant que tout l'alcool a été transformé et assimilé par l'organisme ? La masse d'éthanol dans 1,00 l de vodka 45° alc est $m = 360 \text{ g}$ (0,5) (voir question 1 (0,25)), or 1 g d'éthanol peut fournir une énergie de 7,0 kcal (1) (voir doc 3 (0,25)), d'où l'énergie récupérable est :

$$Q = m(\text{éthanol}) \times PC(\text{massique}) = 360 \times 7,0 = 2520 \text{ kcal} = 10533 \text{ kJ}$$

$$(0,5) (0,25) (0,25) (0,5) (0,5) \text{ résultat (1) (unité 0,5) (en kJ + 0,5)}$$

- 2) (/2) Equation de réaction de combustion complète de l'éthanol. $1 \text{ C}_2\text{H}_6\text{O}_{(\text{liq})} + 3 \text{ O}_2_{(\text{g})} \rightarrow 2 \text{ CO}_2_{(\text{g})} + 3 \text{ H}_2\text{O}_{(\text{liq})}$ (0,25*4 pour formules brutes) (0,25*4 pour nb sto) (+ 0,5 état phys)

- 3) (/7) Déterminer, dans le cas de l'expérience décrite dans le Doc 3, la variation de température de l'eau liquide : $\Delta T = (T_f - T_i)$ qui devrait être mesurée, si cette eau récupérait toute l'énergie thermique dégagée lors de la réaction de combustion.

On utilise ici le concept de conservation de l'énergie : (1) $Q / (m(\text{eau}) \times C(\text{eau}) \times (T_f - T_i)) = m(\text{éthanol}) \times PC(\text{massique})$

$$\text{d'où } (T_f - T_i) = (m(\text{éthanol}) \times PC(\text{massique})) / (m(\text{eau}) \times C(\text{eau})) = (0,80 \times 7000 \times 4,18) / (200 \times 4,18) = 28 \text{ °C}$$

$$(0,25) (0,5) (0,5) (0,25) (0,25) (0,5) (1) (0,5) (0,5) (0,25) \text{ résultat (1) (unité 0,5)}$$

(page / 19)