

ENTRAÎNEMENT AU BACCALAURÉAT – SESSION 2018

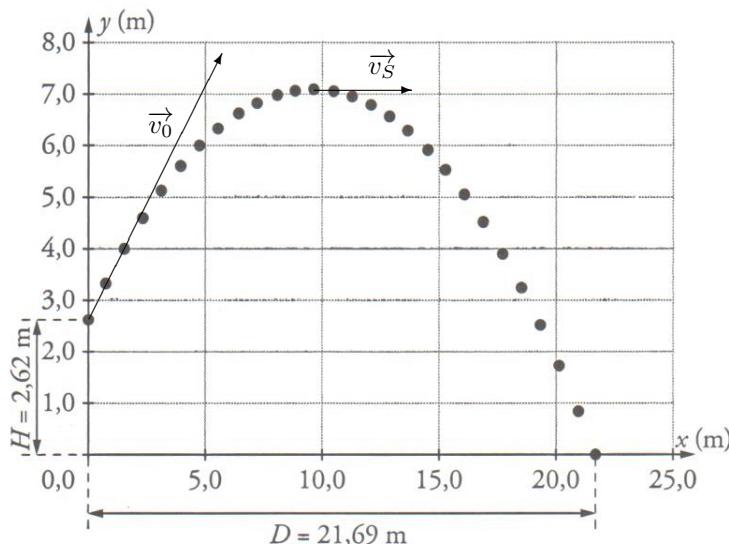
Lycée International des Pontonniers - Strasbourg

Proposition de correction – Enseignement de spécialité

EXERCICE I : SCIENCE ET LANCER DU POIDS

1. Étude des graphes obtenus

- 1.1. D'après la **figure 1**, la coordonnée v_{x_0} du vecteur vitesse selon l'axe (Ox) est $v_{x_0} = 10,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- 1.2. D'après la **figure 1**, la coordonnée v_x du vecteur vitesse est constante tout au long du mouvement. On en déduit que le mouvement est rectiligne uniforme selon l'axe (Ox).
- 1.3. Lorsque le boulet est au sommet de sa trajectoire, $v_{x_S} = v_{x_0} = 10,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ puisque cette coordonnée est constante tout au long du mouvement.
- 1.4. Sur la **figure 2**, on mesure que $30,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ sont représentés par 5,6 cm. On mesure en outre que la coordonnée v_{y_0} est représentée par 1,8 cm d'où l'on déduit que $v_{y_0} = \frac{1,8 \times 30}{5,6} = 9,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- 1.5. Dans le repère orthonormé (xOy), on a $v_0 = \sqrt{v_{x_0}^2 + v_{y_0}^2} = \sqrt{10,0^2 + 9,6^2} = 13,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (valeur proche de la valeur fournie, à 1% près).
D'autre part, on a $\tan \alpha = \frac{v_{y_0}}{v_{x_0}} = \frac{9,6}{10} = 0,96$ d'où $\alpha = \arctan(0,96) = 44^\circ$ (valeur proche de la valeur fournie, à 2% près). Ces résultats sont donc compatibles avec les valeurs fournies dans les données.
- 1.6. Tracés des vecteurs : il suffit de tracer un vecteur \vec{v}_0 tangent à la trajectoire à la date $t = 0 \text{ s}$ et un vecteur \vec{v}_S horizontal au sommet de la trajectoire **en veillant à ce que** $v_S = v_{x_0} = v_0 \times \cos \alpha$.
Si, par exemple, \vec{v}_0 mesure 5,0 cm de longueur, alors il faut que \vec{v}_S mesure $5 \times \cos 43 = 3,7 \text{ cm}$.



2. Étude théorique du lancer

2.1. $\Pi_A = m_{air} \cdot g = \rho \cdot V_B \cdot g = 1,29 \times 4,18 \cdot 10^{-3} \times 9,81 = 5,29 \cdot 10^{-2} \text{ N}$

$$P_B = m_B \cdot g = 7,260 \times 9,81 = 71,2 \text{ N}$$

$\frac{P_B}{\Pi_A} = \frac{71,2}{5,29 \cdot 10^{-2}} \simeq 1350$. Autrement dit, le poids est environ 1350 fois plus intense que la poussée d'Archimède qui peut donc être négligée par la suite.

- 2.2.** Le système étudié est le {boulet} de masse m_B constante et de centre d'inertie G . On se place dans le référentiel terrestre supposé galiléen et muni du repère (Ox, Oy) . Les forces extérieures exercées sur le ballon se réduisent au seul poids du ballon $\vec{P} = m_B \cdot \vec{g}$ puisque les forces de frottements et la poussée d'Archimède sont négligées.

D'après la deuxième loi de Newton, appliquée au centre d'inertie G du boulet de masse constante, nous avons : $\sum \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{p}}{dt} = m_B \cdot \frac{d\vec{v}_G}{dt}$ soit $\vec{P}_B = m_B \cdot \vec{a}_G$ d'où $m_B \cdot \vec{g} = m_B \cdot \vec{a}_G$ et finalement $\vec{a}_G = \vec{g}$

En exprimant les coordonnées du vecteur accélération dans le repère (Ox, Oy) , on obtient : $a_G \begin{cases} a_x = g_x = 0 \\ a_y = g_y = -g \end{cases}$

Or, d'une part $a_x = \frac{dv_x}{dt}$ d'où $\frac{dv_x}{dt} = 0$ et $v_x = \text{constante} = v_{x_0} = v_0 \cdot \cos \alpha$ et d'autre part, $a_y = \frac{dv_y}{dt} = -g$ d'où $v_y = -g \cdot t + v_{y_0} = -g \cdot t + v_0 \cdot \sin \alpha$.

En outre, $v_x = \frac{dx}{dt} = v_0 \cdot \cos \alpha$ donc $x(t) = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t + x_0 = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t$ puisque le boulet est à la verticale de l'origine du repère initialement. Et $v_y = \frac{dy}{dt} = -g \cdot t + v_0 \cdot \sin \alpha$ d'où, le boulet étant initialement à l'altitude h : $y(t) = -\frac{1}{2}g \cdot t^2 + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t + y_0 = -\frac{1}{2}g \cdot t^2 + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t + h$.

Les équations horaires sont donc les suivantes : $\overrightarrow{OG} \begin{cases} x(t) = (v_0 \cdot \cos \alpha) \cdot t \\ y(t) = -\frac{1}{2}g \cdot t^2 + (v_0 \cdot \sin \alpha) \cdot t + h \end{cases}$

- 2.3.** Pour obtenir l'équation de la trajectoire, on exprime t à partir de la première équation horaire : $t = \frac{x}{v_0 \cdot \cos \alpha}$ et on l'injecte dans la seconde :

$$y = -\frac{1}{2}g \cdot \left(\frac{x}{v_0 \cdot \cos \alpha} \right)^2 + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{x}{v_0 \cdot \cos \alpha} + h \text{ soit } \boxed{y(x) = -\frac{g \cdot x^2}{2 \cdot v_0^2 \cdot (\cos \alpha)^2} + (\tan \alpha) \cdot x + h}$$

- 2.4.** Pour trouver la portée du lancer, il faudrait résoudre l'équation $y(x) = 0$ puisque la portée correspond à la distance à laquelle le boulet tombe au sol.

- 2.5.** D'après l'expression fournie pour la portée D , on voit que plus la vitesse initiale est grande, plus portée D est grande. Lancer avec une plus grande vitesse initiale permettrait d'augmenter la portée du lancer.

Par ailleurs, on voit aussi que la hauteur h joue dans le même sens sur la portée donc il convient de sélectionner un lanceur de grande taille.

La discussion sur l'angle du lancer est plus délicate mais il est bien connu de tous que la portée d'un tir balistique est maximale lorsque l'angle du lancer α vaut 45° !

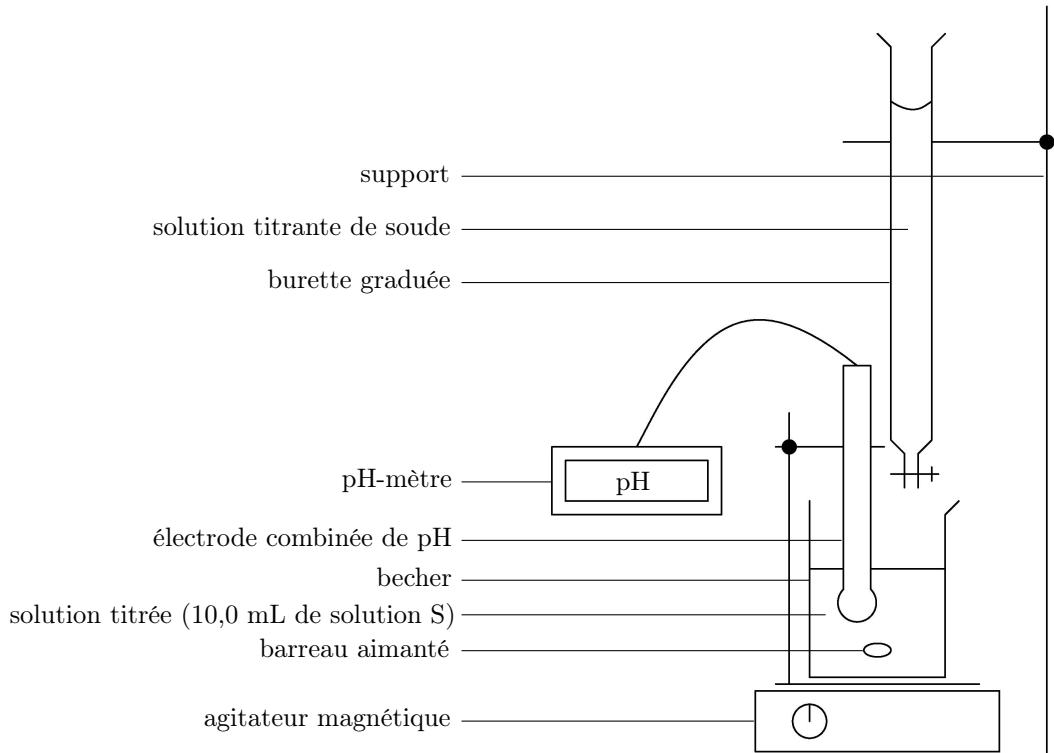
EXERCICE II : UN PEU DE VITAMINE C

1. TITRAGE PAR SUIVI pH-MÉTRIQUE D'UN COMPRIMÉ DE VITAMINE C

1.1. Préparation du titrage

1.1.1. La solution d'hydroxyde de sodium utilisée pour le titrage est une solution de base forte pour laquelle $\text{pH} = 14 + \log c_B = 14 + \log(1,00 \cdot 10^{-2}) = 12$. Cette solution est donc fortement basique et sa manipulation nécessite le port de gants et de lunettes de protection ainsi que le port d'une blouse.

1.1.2. Schéma du montage expérimental du titrage



1.1.3. Équation de la réaction support du titrage qui doit être rapide, totale et unique :



1.2. Demi-équivalence : une bonne méthode pour identifier un acide faible

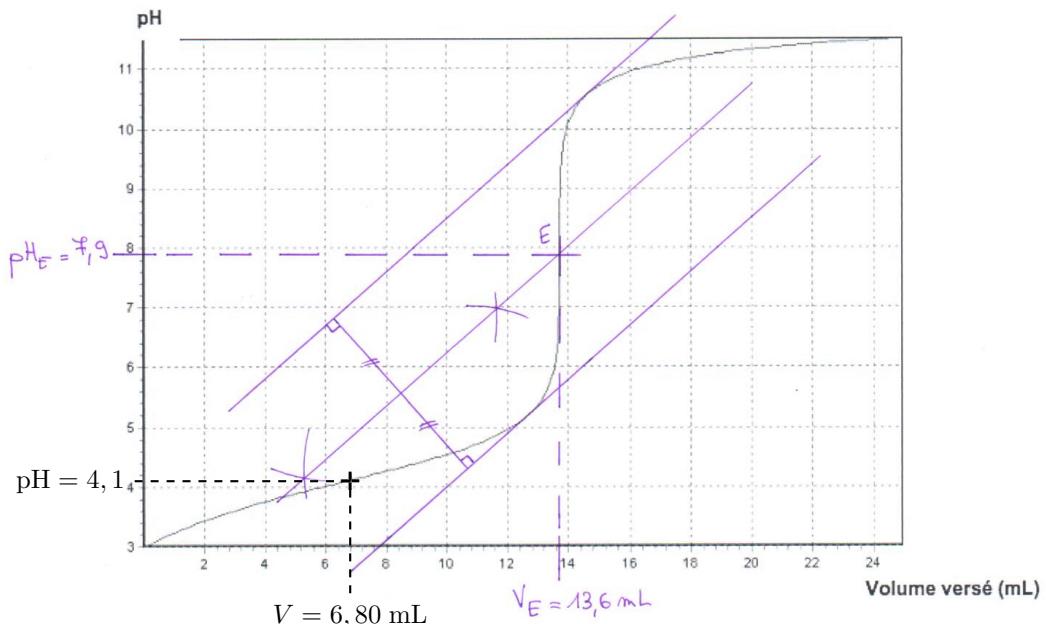
1.2.1. Tableau d'avancement :

Réaction support du titrage :		HA(aq)	$+$	$\text{HO}^-(\text{aq})$	\longrightarrow	$\text{A}^-(\text{aq})$	$+$	$\text{H}_2\text{O}(\ell)$
État initial	$V = 0 \text{ mL}$	n_0		0		$\simeq 0$		excès
Demi-équivalence	$V = \frac{V_E}{2}$	$n_0 - \frac{x_{max}}{2} = \frac{n_0}{2}$		0		$\frac{x_{max}}{2} = \frac{n_0}{2}$		excès
Équivalence	$V = V_E$	$n_0 - x_{max} = 0$		0		$x_{max} = n_0$		excès

1.2.2. D'après le tableau précédent, à la demi-équivalence, les quantités de matière de HA et A^- sont identiques. Ces espèces étant contenues dans le même volume, on en déduit que, à la demi-équivalence, $[\text{HA}]_{1/2} = [\text{A}^-]_{1/2}$ d'où, d'après la relation fournie dans les données :

$$\text{pH}_{1/2} = \text{pK}_A + \log \left(\frac{[\text{HA}]_{1/2}}{[\text{A}^-]_{1/2}} \right) = \text{pK}_A + \log 1 = \text{pK}_A$$

- 1.2.3.** Sur la courbe de titrage, on détermine, grâce à la méthodes des tangentes, que l'équivalence se situe à $V_E = 13,6 \text{ mL}$ d'où $\frac{V_E}{2} = 6,80 \text{ mL}$. Par lecture graphique, on détermine alors le pH à la demi-équivalence : $\text{pH}_{1/2} = 4,1$. Cette valeur est identique à la valeur du pK_A du couple de l'acide ascorbique fournie dans les données donc la courbe correspond bien au titrage de l'acide ascorbique.



1.3. Bilan de matière à l'équivalence et sources d'erreurs

- 1.3.1.** À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques. Or, d'après l'équation de la réaction, les réactifs réagissent mole à mole donc $n_0 = n_E(\text{HO}^-)$ ou encore $c_S \cdot V_{\text{titré}} = c_B \cdot V_E$. On en déduit la concentration de la solution S en acide ascorbique :

$$c_S = \frac{c_B \cdot V_E}{V_{\text{titré}}} = \frac{1,00 \cdot 10^{-2} \times 13,6 \cdot 10^{-3}}{10,0 \cdot 10^{-3}} = 1,36 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

La solution S obtenue à partir d'un comprimé a un volume $V_S = 200,0 \text{ mL}$ d'où la quantité de matière d'acide ascorbique contenu dans un comprimé :

$$n_S = c_S \cdot V_S = 1,36 \cdot 10^{-2} \times 200,0 \cdot 10^{-3} = 2,72 \cdot 10^{-3} \text{ mol.}$$

La masse d'acide ascorbique contenue dans un comprimé est donc :

$$m = n_S \cdot M(\text{HA}) = 2,72 \cdot 10^{-3} \times 176 = 4,79 \cdot 10^{-2} \text{ g} = 479 \text{ mg}$$

- 1.3.2.** Sources d'erreurs possibles : perte de masse lors de la phase de broyage dans le mortier, perte de matière lors du transvasement dans la fiole jaugée, précision de la concentration c_B , précision de la méthode graphique pour repérer l'équivalence, etc

Écart relatif entre la masse théorique et la masse expérimentale :

$$\epsilon = \left| \frac{m_{\text{exp}} - m_{\text{théo}}}{m_{\text{théo}}} \right| = \left| \frac{479 - 500}{500} \right| = 4,2\%. \text{ Cet écart est faible donc la valeur trouvée expérimentalement est compatible avec la valeur indiquée par le fabricant, aux imprécisions expérimentales près.}$$

- 1.3.3.** Si l'acide ascorbique avait été un acide fort, nous aurions eu, au début du titrage, $\text{pH} = -\log c_S$ soit $\text{pH} = -\log(1,36 \cdot 10^{-2}) = 1,87$. Or, sur la courbe du titrage, on voit que le pH au début du titrage vaut environ 3. On en déduit que tout l'acide HA n'est pas sous forme d'ions oxonium H_3O^+ au début du titrage et qu'il s'agit donc d'un acide faible.

- 1.3.4.** Pour qu'un indicateur coloré acido-basique soit adapté à un titrage, sa zone de virage doit contenir le pH à l'équivalence. Ici, le pH à l'équivalence vaut 7,9. D'après le tableau fourni, seul le rouge de créosol convient pour ce titrage. L'équivalence sera repérée lors du changement de couleur (jaune avant l'équivalence, rouge après l'équivalence).

2. TITRAGE PAR SUIVI CONDUCTIMÉTRIQUE

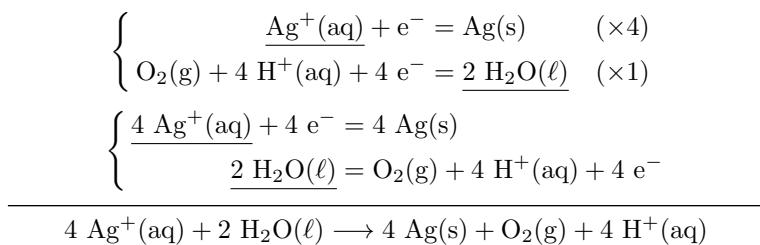
- 2.1. Supposons que l'on décide de titrer le plus grand volume possible de S' , à savoir 25,0 mL puisque c'est la contenance de la plus grande pipette jaugée disponible. Nous aurions alors un volume à l'équivalence, comme démontré plus haut, qui serait égal à $V_E = \frac{c_{S'} \cdot V'_{\text{titré}}}{c'_B} = \frac{6 \cdot 10^{-3} \times 25,0 \cdot 10^{-3}}{1,00 \cdot 10^{-1}} = 1,5 \text{ mL}$. Cette valeur est bien trop faible pour espérer avoir une précision satisfaisant lors de ce titrage. L'utilisation des autres pipettes jaugées, dont le volume $V'_{\text{titré}}$ est encore plus petit, mènerait à un volume à l'équivalence encore plus petit. Le choix de c'_B n'est donc pas pertinent.
- 2.2. En conservant un volume $V'_{\text{titré}} = 25,0 \text{ mL}$, on peut diluer d'un facteur 10 la solution de concentration c'_B . Ainsi, d'après la relation précédente, si c'_B est diminuée d'un facteur 10, le volume à l'équivalence est multiplié par un facteur 10 et nous aurions un volume à l'équivalence de 15 mL, ce qui est tout à fait acceptable. Pour effectuer la dilution, on peut utiliser la pipette jaugée de 10,0 mL et la fiole jaugée de 100,0 mL.
- 2.3. Avant l'équivalence, chaque ajout de solution titrante apporte des ions HO^- qui sont consommés avec des molécules de HA pour former des ions A^- . Les ions Na^+ apportés par la soude s'accumulent dans le becher, au même titre que les ions A^- formés. Il y a donc augmentation de la concentration globale des ions avant l'équivalence donc la conductivité de la solution augmente.

La seule courbe présentant une augmentation de la conductivité avant l'équivalence (repérée par la rupture de coefficient directeur) étant la **courbe 1**, on en déduit que seule cette courbe peut correspondre à ce titrage.

EXERCICE III : UN BIJOU PEU COÛTEUX

1. Questions préalables

- 1.1.** Il s'agit de déposer de l'argent solide sur la bague. La réaction qui doit avoir lieu à l'électrode constituée par la bague est reliée est donc la suivante : $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- = \text{Ag(s)}$. Comme cette réaction correspond à un gain d'électron, il s'agit d'une réduction. Par conséquent, la bague en cuivre constitue la cathode pour cette électrolyse.
- 1.2.** Dans le circuit, le courant circule de la borne \oplus vers la borne \ominus . Les électrons, quant à eux, circulent dans le sens inverse, à savoir de la borne \ominus vers la borne \oplus . Ainsi, pour que les électrons affluent au niveau de la bague, celle-ci doit être reliée à la borne \ominus du générateur d'où « partent » les électrons.
- 1.3.** D'après ce qui précède, les ions argent jouent le rôle d'oxydant dans cette électrolyse. Le seul réducteur présent dans la solution est l'eau. Les deux couples mis en jeu sont donc $\underline{\text{Ag}^+(\text{aq})/\text{Ag(s)}}$ et $\underline{\text{O}_2(\text{g})/\text{H}_2\text{O}(\ell)}$



2. Résolution de problème

- D'après ce qui précède, pour 4 moles d'électrons échangées au cours de l'électrolyse, 4 moles d'argent sont formées. Ainsi, nous avons $n(\text{Ag}) = n(\text{e}^-)$
- D'autre part, nous savons que la quantité d'électricité qui a circulé dans le circuit au cours de l'électrolyse est donnée par $Q = n(\text{e}^-) \cdot \mathcal{F} = I \times \Delta t$ d'où l'on déduit que $n(\text{e}^-) = \frac{I \times \Delta t}{\mathcal{F}}$
- La quantité de matière d'argent déposée sur la bague est donc donnée par $n(\text{Ag}) = n(\text{e}^-) = \frac{I \times \Delta t}{\mathcal{F}}$
- La masse d'argent déposée sur la bague est donc donnée par $m(\text{Ag}) = n(\text{Ag}) \cdot M(\text{Ag}) = \frac{I \times \Delta t \cdot M(\text{Ag})}{\mathcal{F}}$
- La masse d'argent déposée est de $m(\text{Ag}) = \frac{24 \cdot 10^{-3} \times (80 \times 60) \times 107,9}{96500} = 1,3 \cdot 10^{-1} \text{ g} = 130 \text{ mg}$
- La quantité de matière d'ions argent présents dans la solution utilisée est donnée par $n^0(\text{Ag}^+) = c \cdot V$
- La masse d'argent disponible dans la solution est donc $m^0(\text{Ag}) = n^0(\text{Ag}^+) \cdot M(\text{Ag}) = c \cdot V \cdot M(\text{Ag})$
- La masse d'argent disponible initialement est donc $m^0(\text{Ag}) = 4,00 \cdot 10^{-3} \times 0,50 \times 107,9 = 0,22 \text{ g} = 220 \text{ mg}$
- Cette masse étant supérieure à celle trouvée précédemment, cela signifie que la solution de départ contenait bel et bien suffisamment d'argent pour réaliser cette électrolyse.