BAC BLANC 2017: CORRECTION

EXERCICE I: LE RUGBY

1) Le rugby, sport de contact:

1.1. Les vitesses sont définies dans le référentiel terrestre lié au sol.

1.2. Le système étant supposé isolé, la quantité de mouvement du système est conservée avant et après l'impact : $\Sigma \vec{p}_{avant} = \Sigma \vec{p}_{après}$

On est dans le cas d´un choc avec accrochage donc:

$$\Sigma \vec{p}_{avant} = m_A \times \vec{V}_A + m_B \times \vec{V}_B$$

$$\Sigma \vec{p}_{après} = (m_A + m_B) \times \vec{V}_S$$

On a donc :

$$m_A.\overrightarrow{v_A} + m_B.\overrightarrow{v_B} = (m_A + m_B).\overrightarrow{v_S}$$

Or $v_B \approx 0$ donc $\overrightarrow{v_B} = \vec{0}$: $m_A.\overrightarrow{v_A} = (m_A + m_B).\overrightarrow{v_S}$

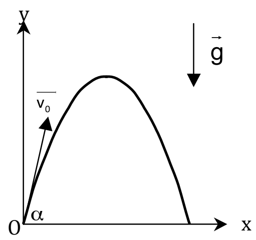
En projection selon un axe horizontal lié au sol, orienté dans le sens du mouvement de A, il vient : $m_A.v_A = (m_A + m_B).v_S$

Finalement : $\boxed{v_S = \frac{m_A}{m_A + m_B}.v_A}$ et : $v_S = \frac{115}{115 + 110} \times 5{,}0 = $ **2,6 m.s^{-1}.**

2) Le rugby, sport d´évitement:

2.2 : Etude du mouvement du ballon.

2.1.1 : Établir l'expression du vecteur accélération $\vec{a}$ du centre d'inertie du ballon.



Le référentiel est terrestre et considéré comme galiléen.

- Bilan des forces : On néglige toutes les actions dues à l'air, donc l´objet est en chute libre, soumis uniquement à son poids $\vec{P} = m \times \vec{g}$.
- On peut appliquer la deuxième loi de Newton à l´objet pour déterminer les coordonnées du vecteur accélération : $\Sigma \vec{F}_{ext} = m \times \vec{a}$
- Ainsi : $\Sigma \vec{F}_{ext} = m \times \vec{a} = m \times \vec{g}$ donc : $\vec{a} = \vec{g}$

On projette cette expression sur les axes : $\vec{a} \left| \begin{array}{l} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{array} \right.$

2.1.2 : Comme $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$, on obtient les coordonnées du vecteur vitesse:

$$\vec{V} \left| \begin{array}{l} V_x = V_{0x} = V_0 \times \cos\alpha \\ V_y = g \times t + V_{0y} = -g \times t + V_0 \times \sin\alpha \end{array} \right.$$

En intégrant, on obtient enfin les coordonnées du vecteur position:

$$\overrightarrow{OM} \left| \begin{array}{l} x = V_0 \times \cos\alpha \times t + x_0 (= 0) \\ y = -\frac{1}{2} g \times t^2 + V_0 \times \sin\alpha \times t + y_0 (= 0) \end{array} \right.$$

2.1.3 : Les expressions : $x(t) = V_0 \times \cos\alpha \times t$ et $y(t) = -\frac{1}{2} g \times t^2 + V_0 \times \sin\alpha \times t$ établies à la question précédentes sont compatibles avec les équations données puisque par application numérique:

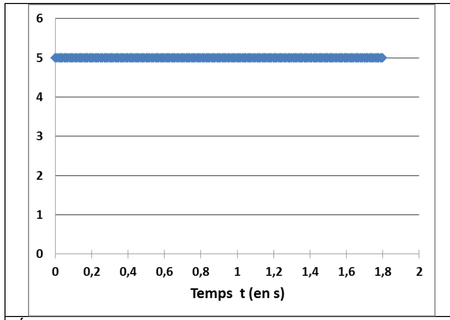
$$x(t) = V_0 \times \cos\alpha \times t = 10{,}0 \times \cos 60 \times t = 5{,}0 \times t$$

$$y(t) = -\frac{1}{2} g \times t^2 + V_0 \times \sin\alpha \times t = -\frac{1}{2} 9{,}81 \times t^2 + 10{,}0 \times \sin 60 \times t = -4{,}901 \times t^2 + 8{,}66 \times t$$

2.1.4 : On remplace l´expression $t = \frac{x}{Vo \times \cos\alpha}$ dans l´équation horaire de y pour obtenir :

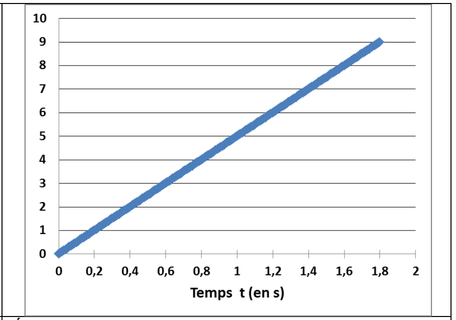
$$y(x) = -\frac{g \times x^2}{2 \times V_0^2 \times (\cos\alpha)^2} + \tan\alpha \times x$$

2.1.5 :



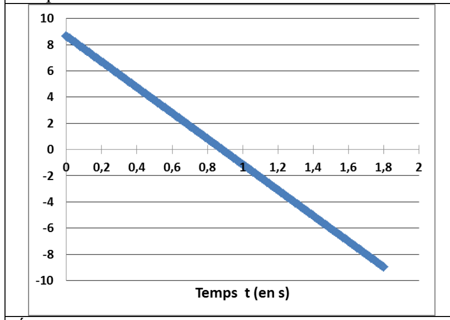
Équation : $\mathbf{v_x(t) = v_0.\cos\alpha}$

Justification : le graphe est une droite horizontale. Seule la composante v_x est constante au cours du temps.



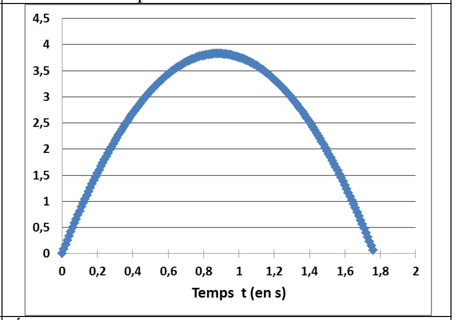
Équation : $\mathbf{x(t) = v_0.\cos\alpha.t}$

Justification : le graphe est une droite passant par l'origine. Seule la composante x(t) est une fonction linéaire du temps.



Équation : $\mathbf{v_y(t) = - g.t + v_0.\sin\alpha}$

Justification : le graphe est une droite décroissante, donc son coefficient directeur est négatif. Seule la composante v_y est une fonction affine avec un coefficient directeur négatif (− g).



Équation : $\mathbf{y(t) = - ½.g.t^2 + v_0.\sin\alpha.t}$

Justification : le graphe est une parabole de concavité tournée vers le bas. Seule la composante y(t) est une fonction parabolique du temps.

2.2 : Une chandelle réussie.

2.2.1 : Lorsque le ballon touche le sol, y(t) = 0

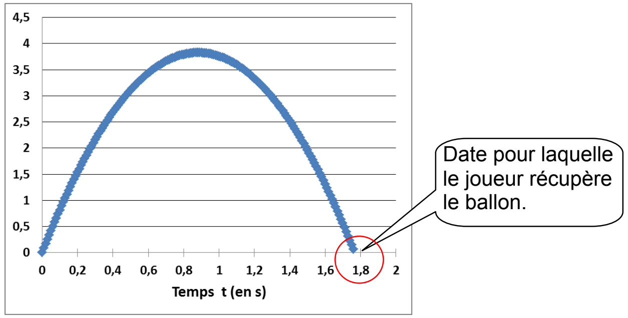
soit : $-\frac{1}{2}g\cdot t^2 + v_0.\sin\alpha.t = 0$ donc $\left(-\frac{1}{2}g\cdot t + v_0.\sin\alpha\right).t = 0$

La solution t = 0 correspond au moment où le ballon est frappé par le rugbyman à l'origine du repère. La solution $-\frac{1}{2}g\cdot t + v_0.\sin\alpha = 0$ correspond à la date pour laquelle le joueur récupère le ballon :

$-\frac{1}{2}g\cdot t + v_0.\sin\alpha = 0$ soit $\frac{1}{2}g\cdot t = v_0.\sin\alpha$ d'où : $\boxed{t = \frac{2.v_0.\sin\alpha}{g}}$

$t = \frac{2\times 10\times \sin(60)}{9{,}81} = \mathbf{1{,}8\ s.}$

On vérifie bien sur le graphe y(t) la valeur obtenue par calcul :



2.2.2 :

Méthode 1 : Pour que la chandelle soit réussie, la vitesse v_1 du joueur doit être égale à la composante horizontale v_x de la vitesse du ballon soit :

$$v_1 = v_0.\cos\alpha$$
$$v_1 = 10{,}0\times\cos(60) = \mathbf{5{,}0\ m.s^{-1}}$$

Méthode 2 : Pendant la durée t = 1,8 s du vol du ballon, le joueur parcourt la distance $d = x_{(t=1{,}8\ s)}$:

$$x(t) = v_0.\cos\alpha.t$$
$$d = 10{,}0\times\cos(60)\times 1{,}8 = 9{,}0\ m$$

La vitesse v_1 du joueur est alors : $v_1 = \frac{d}{t}$ soit : $v_1 = \frac{9{,}0}{1{,}8} = \mathbf{5{,}0\ m.s^{-1}}$**.**

2.2.3 : Lorsque la hauteur maximale est atteinte, le vecteur vitesse est horizontal, donc : $V_y=0$.

$-g\times t_h + V_0\times\sin\alpha = 0$

$t_h = \frac{Vo\times\sin\alpha}{g}$ on remplace cette expression dans l´équation horaire: $y(t) = -\frac{1}{2}g\times t^2 + V_0\times\sin\alpha\times t$

On a :

$$h_{\max} = -\frac{1}{2}g\times\left(\frac{Vo\times\sin\alpha}{g}\right)^2 + V_0\times\sin\alpha\times\left(\frac{Vo\times\sin\alpha}{g}\right)$$

$$h_{\max} = -\frac{1}{2}\times\frac{(Vo\times\sin\alpha)^2}{g} + \frac{(Vo\times\sin\alpha)^2}{g}$$

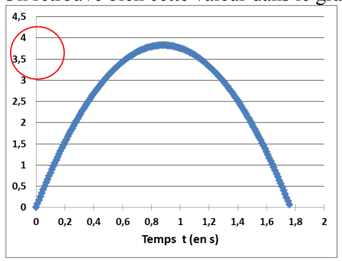
On factorise : $h_{\max} = \frac{(Vo\times\sin\alpha)^2}{g}\times(1-\frac{1}{2}) = \frac{(Vo\times\sin\alpha)^2}{g}\times\frac{1}{2}$

On a bien : $h_{\max} = \frac{V_0^2\times(\sin\alpha)^2}{2\times g}$

2.2.4 : Application numérique :

$$h_{\max} = \frac{10{,}0^2\times(\sin 60)^2}{2\times 9{,}81} = 3{,}8m$$

On retrouve bien cette valeur dans le graphique :



EXERCICE II : CATALYSEUR ENZYMATIQUE

1. Activité enzymatique de l'uréase

1.1. L'uréase, un catalyseur

1.1.1. NH_2–CO–NH_2 + H_2O → 2 NH_3 + CO_2

1.1.2. Le temps de demi-réaction est la durée nécessaire pour que l'avancement atteigne la moitié de sa valeur finale.

1.1.3. En présence d'uréase le temps de demi-réaction est de 2×10^{-5} s et sans uréase il est de 60 ans. L'uréase a permis de diminuer très fortement le temps de demi-réaction, elle peut être considérée comme un catalyseur.

1.2. Effet de la température sur l'activité enzymatique

1.2.1. En général la température permet de diminuer la durée de réaction.

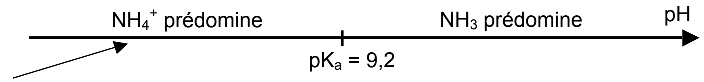
1.2.2. Le *document 1* nous montre que l'activité de l'uréase varie en fonction de la température ; elle est maximale vers 60°C. Or la cinétique de la réaction est liée à l'activité de l'uréase. En se plaçant à 60°C on aura une activité maximale de l'uréase, puis en augmentant la température l'activité de l'uréase va diminuer.

1.2.3. Contrairement au cas général, il ne faut donc pas forcément augmenter de trop la température pour diminuer la durée de réaction.
L'uréase est une enzyme dont les différentes parties sont liées par des **liaisons hydrogène** qui se forment plus ou moins facilement suivant la température.
On peut supposer que les sites actifs sont plus nombreux vers 60°C. Mais que quand la température augmente encore, la quantité de sites actifs diminue.

2. L'uréase dans le milieu stomacal

2.1. Si l'acide chlorhydrique est un acide fort : pH = –log(c) car $c=[H_3O^+]$.
$c = 1{,}0\times 10^{-2}$ mol.L^{-1} donc : $\mathbf{pH = -\log(1{,}0\times 10^{-2}) = 2{,}0}$

2.2. Traçons le diagramme de prédominance du couple $NH_4^+{}_{(aq)} / NH_{3(aq)}$



À pH = 2 < pK_a, l'ion ammonium prédomine.

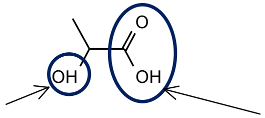
2.3. L'ammoniac consomme des ions H_3O^+, ainsi $[H_3O^+]$ diminue.
Or pH = – log$[H_3O^+]$, donc le pH de la solution augmente localement autour de la bactérie.

2.4. D'après le document 2, pour un pH = 2, l'activité de l'uréase est nulle, seule elle ne pourrait pas catalyser la réaction dans l'estomac.

EXERCICE III : TEST D´EFFORT

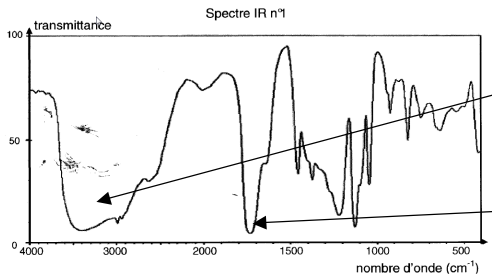
1. L'acide lactique

1.1.1. et 1.1.2.



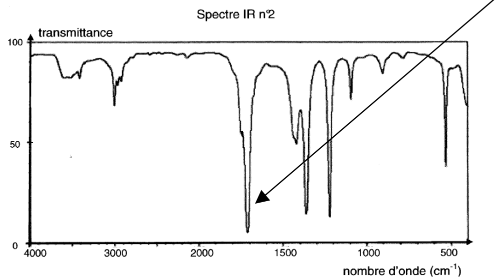
Groupe hydroxyle (ou alcool) Groupe carboxyle (ou acide carboxylique)

1.2.1. IR :



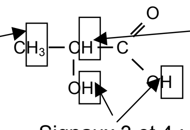
Bande large qui peut englober la liaison O – H (alcool) entre 3200 et 3700 cm^{-1} et la liaison O – H de l'acide carboxylique (2500 – 3200 cm^{-1}), non présente dans le deuxième spectre

Bande fine vers 1750 cm^{-1} caractéristique de la liaison C = O



Le spectre n°1 correspond à l'acide lactique car la bande O – H n'est présente que dans le spectre n°1.

1.2.2. Le nombre de signaux du spectre de RMN de l'acide lactique est égal au nombre de groupes de protons équivalents dans la molécule.
On observe 4 groupes de protons équivalents dans la molécule :



Signal 1 : Trois protons équivalents dont le carbone voisin porte un atome d'hydrogène.
Multiplicité : doublet (règle des (n+1) uplets).

Signal 2 : Un proton dont le carbone voisin porte 3 H.
Multiplicté : quadruplet.

Signaux 3 et 4 : Protons présents sur un oxygène,
Multiplicité : singulet

On obtient 4 signaux : 2 singulets, un doublet et un quadruplet.

2. Test d'effort d'un cheval

2.1.1. $AH + HO^- \rightarrow A^- + H_2O$

2.1.2. À l'équivalence les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques :
$n(AH)_{initiale} = n(HO^-)_{versée}$

$C_s.V_S = C_1.V_E$

$$\boxed{C_S = \frac{C_1.V_E}{V_S}}$$

$$C_S = \frac{1{,}00\times10^{-3}\times4{,}0}{50{,}00} = \mathbf{8{,}0\times10^{-5}\ mol.L^{-1}}$$

2.1.3. D´après le texte : $\frac{U(C_S)}{C_S} = \frac{U(V_E)}{V_E}$

On a donc : $U(C_S) = \frac{U(V_E)}{V_E}\times C_S$

$$U(C_S) = \frac{0{,}4}{4{,}0}\times 8{,}0\times10^{-6} = \mathbf{0{,}8\times10^{-5}\ mol.L^{-1}}$$

On peut donc écrire : $C_S = (8{,}0 \pm 0{,}8)\times10^{-5}\, mol \times L^{-1}$

Donc : $(8{,}0- 0{,}8)\times10^{-5} < C_S < (8{,}0+ 0{,}8)\times10^{-5}$ et : $\mathbf{7{,}2\times10^{-5}\ mol.L^{-1} < C_S < 8{,}8\times10^{-5}\ mol.L^{-1}}$

2.1.4. Pour passer de la concentration C en acide lactique dans le sang du cheval à la concentration C_S, on a effectué une dilution.

Solution mère : V = 1,00 mL ; C = ?

Solution fille : V_S = 50,00 mL ; C_S

Au cours d'une dilution la quantité de matière d'acide lactique ne change pas :

$$C.V = C_S.V_S$$

$$C = \frac{C_S.V_S}{V}$$

$C = C_S\times50{,}0$ (on bien dilué 50 fois)

On multiplie donc les membres de l´encadrement par 50 :

$50{,}0\times7{,}2\times10^{-5}\ mol.L^{-1} < C < 50{,}0\times8{,}8\times10^{-5}\ mol.L^{-1}$

$\mathbf{3{,}6\times10^{-3}\ mol.L^{-1} < C < 4{,}4\times10^{-3}\ mol.L^{-1}}$

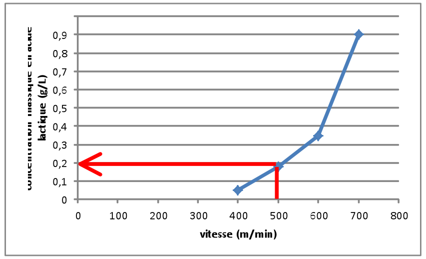
2.2. Évaluation de la condition physique du cheval

Sur le *document 3* présentant le test réalisé 3 semaines auparavant, le cheval courant à une vitesse de 500 m/min, on lit une concentration massique en acide lactique de 0,2 g.L^{-1}.

La concentration molaire à cette date était de :

$C' = \dfrac{C_m}{M}$

$C' = \dfrac{0{,}2}{90{,}0} = 2\times10^{-3}$ mol.L^{-1}



Cette concentration est inférieure à celle trouvée à l'issue du test actuel, le cheval est en moins bonne forme qu'il y a trois semaines.

Facultatif :

D'autre part $C_m = M.C$

$C_m = 90{,}0\times C$

$90{,}0\times3{,}6\times10^{-3}$ g.L^{-1} $< C_m <$ $90{,}0\times4{,}4\times10^{-3}$ g.L^{-1}

$0{,}32$ g.L^{-1} $< C_m <$ $0{,}40$ g.L^{-1}

On peut même dire qu'il a atteint son seuil de fatigue, le « paramètre V4 » étant inclus dans cet intervalle.