Correction de l'examen national de baccalauréat international

Section SVT session normale 2018

Chimie : Transformation acido-basiques ; Etude d'une pile

Partie 1 : Etude de l'ibuprofène comme un acide carboxylique

1-Etude d'une solution aqueuse d'ibuprofène

1.1-Montrons que cette transformation est limitée :

Tableau descriptif

Equation de la réaction		$C_{13}H_{18}O_{2\,(aq)}$ +	$H_2O_{(l)}$	$\rightleftharpoons$	$C_{13}H_{17}O_{2\,(aq)}^-$	$+H_3O^+_{(aq)}$
Etat du système	avancement	Quantité de matière en (mol)				
Initial	0	$C.V$	En excès	—	0	0
Intermédiaire	x	$C.V-x$	En excès	—	x	x
final	x_f	$C.V-x_f$	En excès	—	x_f	x_f

Calcul de taux d'avancement final τ

$$\tau = \frac{x_{éq}}{x_{max}}$$

D'après le tableau descriptif : $n_f(H_3O^+) = x_{éq}$

$$[H_3O^+]_{éq} = \frac{n_f(H_3O^+)}{V} = \frac{x_{éq}}{V} = 10^{-pH}$$

$$x_{éq} = 10^{-pH}.V$$

L'eau est utilisée en excès donc l'acide est le réactif limitant : $C.V - x_{max} = 0$

$$x_{max} = C.V$$

$$\boldsymbol{\tau = \frac{x_{éq}}{x_{max}} = \frac{10^{-pH}.V}{C.V}} \Longrightarrow \tau = \frac{10^{-pH}}{C}$$

A.N : $:\tau = \frac{10^{-2,7}}{5,0.10^{-2}} \approx 0,04$

$$\tau \approx 4\%$$

$\tau < 1$ Donc transformation est limitée.

1.2-Calcul du quotient de réaction $Q_{r,éq}$ à l'équilibre :

L'expression de $Q_{r,éq}$: $Q_{r,éq} = \frac{[C_{13}H_{17}O_2^-]_{éq}.[H_3O^+]_{éq}}{[C_{13}H_{18}O_2]_{éq}}$

D'après le tableau descriptif :

$$[H_3O^+]_{éq} = [C_{13}H_{17}O_2^-]_{éq} = \frac{x_{éq}}{V} = 10^{-pH}$$

$$[C_{13}H_{18}O_2]_{éq} = \frac{n_f(C_{13}H_{18}O_2)}{V} = \frac{C.V - x_{éq}}{V} = C - \frac{x_{éq}}{V} = C - 10^{-pH}$$

On remplace dans $Q_{r,éq}$:

$$Q_{r,éq} = \frac{[H_3O^+]^2_{éq}}{[C_{13}H_{18}O_2]_{éq}} = \frac{(10^{-pH})^2}{C - 10^{-pH}}$$

$$Q_{r,éq} = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}}$$

A.N : $Q_{r,éq} = \frac{10^{-2\times2,7}}{5,0.10^{-2} - 10^{-2,7}} \Longrightarrow \boldsymbol{Q_{r,éq} = 8,29.10^{-5}}$

1.3-Déduction de la valeur du pK_A :

D'après la définition de la constante d'acidité : $pK_A = -logK_A$

La transformation étudiée est une réaction entre un acide est l'eau, donc on : $Q_{r,éq} = K_A$

$$pK_A = -logQ_{r,éq}$$

A.N : $pK_A = -\log(8,29.10^{-5}) \Longrightarrow \boldsymbol{pK_A = 4,08}$

2-Titrage d'une solution aqueuse d'ibuprofène

2.1-Les noms des éléments du dispositif expérimental :

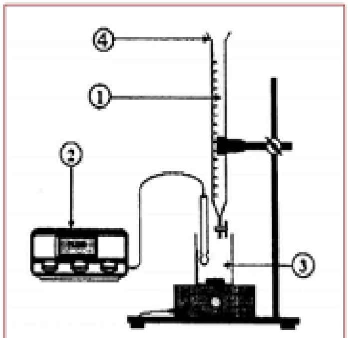


Fig.1

(1) Solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (solution titrant)

(2) appareil pH –mètre

(3) solution aqueuse d'ibuprofène (solution titré)

(4) burette

2.2-la courbe qui représente $pH = f(V_B)$:

Est la courbe (1)

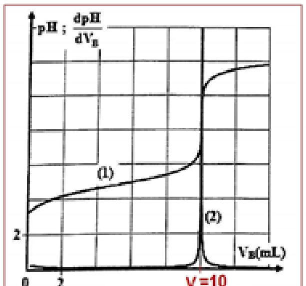


Fig. 2

2.3- La détermination graphique du volume $V_{B,E}$:

$$V_{B,E} = 10\ mL$$

2.4-L'équation de la réaction du dosage :

$$\boldsymbol{C_{13}H_{18}O_2}_{\,(aq)} + \boldsymbol{HO^-}_{(aq)} \rightleftharpoons \boldsymbol{C_{13}H_{17}O_2^-}_{\,(aq)} + \boldsymbol{H_2O}_{(l)}$$

2.5-Calcul de la valeur n_A quantité de matière d'ibuprofène dans la solution (S) :

A l'équivalence on a :

$$n_A = n_{B,E}(HO^-)$$

$$n_A = C_B.V_{BE}$$

A.N : $n_A = 1,94.10^{-1} \times 10.10^{-3} \Longrightarrow \boldsymbol{n_A = 1,94.10^{-3}\ mol}$

2.6- Déduction de la masse m d'ibuprofène dans le comprimé :

On a : $n_A = \frac{m}{M}$ donc : $m = n_A.M(C_{13}H_{18}O_2)$

A.N : $m = 1,94.10^{-3} \times 206 = 0,3996\ g \approx 0,4g \Longrightarrow \boldsymbol{m \approx 400\ mg}$

On remarque que la valeur calculée de la masse m est approchée à celle indiqué sur l'étiquette.

Partie 2 : Etude d'une pile

1-Le schéma conventionnel de la pile : (la justification n'est pas demandée)

D'après la réaction bilan du fonctionnement de la pile :

$$Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$$

L'électrode de cuivre (Cu) représente la cathode (pôle positif) à son voisinage se produit une réduction de $Cu^{2+}_{(aq)}$.

L'électrode de zinc (Zn) représente la cathode (pôle positif) à son voisinage se produit une réduction de $Cu^{2+}_{(aq)}$.

Le schéma conventionnel de la pile : $(-)\ \boldsymbol{Zn_{(s)}/Zn^{2+}_{(aq)}\ //\ Cu^{2+}_{(aq)}/Cu_{(s)}}\ (+)$

La réponse juste est C.

2-Justifiant que la quantité de cuivre déposé est $n(Cu) = 5.10^{-2}\ mol$:

On dresse le tableau descriptif :

Equation de la réaction		$Zn_{(s)}$	+ $Cu^{2+}_{(aq)}$	$\longrightarrow$	$Zn^{2+}_{(aq)}$	+ $Cu_{(s)}$	Quantité de matière n(é) échangée
Etat du système	Avancement	Quantité de matière en (mol)					
Initial	0	$n_i(Zn)$	$C.V$	-	$C.V$	$n_i(Cu)$	$n(é) = 0$
intermédiaire	x	$n_i(Zn) - x$	$C.V - x$	-	$C.V - x$	$n_i(Cu) - x$	$n(é) = 2x$
final	x_{max}	$n_i(Zn) - x_{max}$	$C.V - x_{max}$	-	$C.V - x_{max}$	$n_i(Cu) - x_{max}$	$n(é) = 2x_{max}$

Si Zn est le réactif limitant : $n_i(Zn) - x_{max1} = 0$

$$x_{max1} = n_i(Zn) = \frac{m}{M(Zn)} = \frac{6{,}54}{65{,}4} = 0{,}1\ mo$$

Si Cu^{2+} est le réactif limitant : $C.V - x_{max2} = 0$

$$x_{max2} = C.V = 1{,}0 \times 50.10^{-3} = 5.10^{-2}\ mol$$

L'avancement maximal : $x_{max} = 5.10^{-2}\ mol$

D'après le tableau descriptif la quantité de cuivre déposé est :

$$\boldsymbol{n(Cu) = x_{max} \Longrightarrow n(Cu) = 5.10^{-2}\ mol}$$

3- Détermination de la valeur de la durée Δt :

D'prés le tableau descriptif : $n(é) = 2x_{max}$

$$Q_{max} = n(é).F = I.\Delta t$$

$$\Delta t = \frac{n(é).F}{I}$$

$$\boldsymbol{\Delta t = \frac{2x_{max}.F}{I}}$$

A.N : $\Delta t = \frac{2\times5.10^{-2}\times9{,}65.10^{4}}{100\times10^{-3}} = 96500s \Longrightarrow \boldsymbol{\Delta t = 1\ j\ 2\ h\ 48\ \mathrm{min}\ 20\ s}$

Physique

Exercice 1 : Ondes ultrasonores

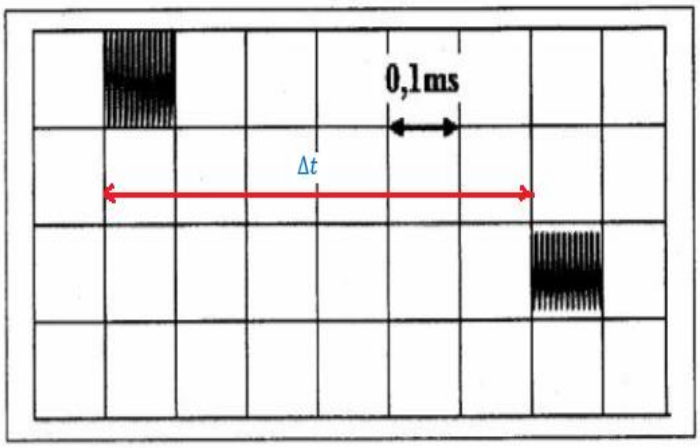
1-La nature de l'onde ultrasonore :

L'onde ultrasonore est longitudinale

2.1-La célérité des ultrasons dans l'air : (la justification n'est pas demandée)

$$c = \frac{D}{\Delta t}$$

Le retard temporel entre le signal émis et le signal reçu est déterminer graphiquement :



$$\Delta t = 6 \times 0{,}1.10^{-3} = 6.10^{-4} s$$

$$c = \frac{1}{0{,}6.10^{-3}} = 1666{,}67\ m.s^{-1} \simeq 1667\ m.s^{-1}$$

La réponse juste est C

2.2-La longueur d'onde de l'onde ultrasonore est : (la justification n'est pas demandée)

On a : $c = \lambda.N$ c à d $\lambda = \frac{c}{N}$ A.N : $\lambda = \frac{1667}{40.10^3} = 0{,}0417m = 41{,}7mm$

La réponse juste est D

3-La célérité des ultrasons dans le liquide, a-t-elle augmenter ou diminuer ?

L'expression de la célérité de propagation : $c = \frac{D}{\Delta t}$

On constate que plus que le décalage horaire Δt est grande plus que la célérité de l'onde diminue, et vise ver ça.

$$\Delta t_{\text{liquide}} = 0{,}9\ s > \Delta t_{eau} = 6.10^{-4} s$$

$$c_{\text{liquide}} < c_{\text{eau}}$$

Donc la célérité de l'onde ultrasonore dans le liquide diminue par rapport à celle dans l'eau.

Exercice 2 :

Partie 1 : détermination de la capacité d'un condensateur

1-L'expression de u_C est : (la justification n'est pas demandée)

$$\begin{cases} Q = C.u_C \\ Q = I_0.t \end{cases} \Rightarrow C.u_C = I_0.t \Rightarrow u_C = \frac{I_0}{C}.t \quad (*)$$

La réponse juste est B

2-vérification de la valeur de C :

Le graphe de la figure 2 montre que la tension u_C est une fonction linière en fonction du temps, son équation s'écrit : $u_C = k.t \ \ (**)$ avec k le coefficient directeur :

$$k = \frac{\Delta u_C}{\Delta t} = \frac{2-0}{2-0} = 1\,V/s$$

En comparant les relations (*) et (**) on écrit : $k = \frac{I_0}{C}$

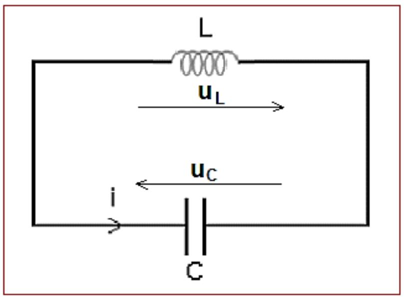
$$C = \frac{I_0}{k} = \frac{0{,}5.10^{-6}}{1} = 0{,}5.10^{-6}F \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{C = 0,5\,\mu F}$$

Partie 2 : Etude de la décharge d'un condensateur à travers une bobine

1-L'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)$ du condensateur :

D'après la loi d'additivité des tensions : $u_L + u_C = 0 \ (*)$

D'après la loi d'ohm : $u_L = L.\frac{di}{dt}$



On a : $i = \frac{dq}{dt} \quad \Rightarrow \frac{di}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{dq}{dt}\right) = \frac{d^2q}{d^2t}$

$$q = C.u_C \ \Rightarrow u_C = \frac{1}{C}.q$$

On remplace dans l'équation (*) : $L.\frac{d^2q}{d^2t} + \frac{1}{C}.q = 0$

L'équation différentielle : $\boldsymbol{\frac{d^2q}{d^2t} + \frac{1}{L.C}.q = 0}$

2.1-Le nom du régime d'oscillation que montre le graphe de la figure (3) :

Régime périodique

2.2.1-Détermination des valeurs de Q_m , T_0 et φ , en exploitant le graphe de la figure (3) :

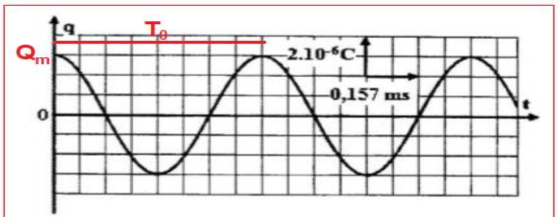


Figure 3

L'amplitude : $\boldsymbol{Q_m = 3.10^{-6}\,C}$

La période propre :

$$T_0 = 4 \times 0{,}157 ms = 0{,}628\, ms$$

$$\boldsymbol{T_0 = 6,28.10^{-4}\, s}$$

La phase φ à t=0

La solution de l'équation différentielle s'écrit : $q(t) = Q_m.\cos(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi)$

A t=0 la solution s'écrit : $q(0) = Q_m.cos\varphi \quad (1)$

D'après le graphe de la figure (3) on a à t=0 : نجد $q(0) = Q_m \quad (2)$

Des relation (1) et (2) n écrit : $Q_m.cos\varphi = Q_m$ donc : $cos\varphi = 1 \Longrightarrow \boldsymbol{\varphi = 0}$

2.2.2-Calcul de la valeur de L :

D'après l'expression de la période propre : $T_0 = 2\pi\sqrt{L.C}$

$$T_0{}^2 = 4\pi^2 L.C \quad \Longrightarrow \quad L = \frac{T_0{}^2}{4\pi^2 C}$$

A.N : $$L = \frac{(6{,}28.10^{-4})^2}{4\times\pi^2\times 0{,}5.10^{-6}} = 0{,}01998H \quad \Longrightarrow \quad \boldsymbol{L \approx 2.10^{-2}\, H}$$

2.3-Explication qualitative de la conservation de l'énergie totale du circuit :

La conservation de l'énergie totale du circuit est dû au fait que la résistance totale du circuit est nulle.

Calcul de ξ_T :

$$\xi_T = E_e + E_m = \frac{1}{2}C.u_C^2 + \frac{1}{2}L.i^2 = \frac{1}{2C}.q^2 + \frac{1}{2}L.i^2$$

A t=0 : on d'après le la courbe de la figure (3) : $q(0) = Q_m = 3.10^{-3}\, C$ et on a i=0 l'énergie totale s'écrit :

$$\xi_T = \frac{1}{2C}.Q_m{}^2$$

A.N : $$\xi_T = \frac{1}{2\times 0{,}5.10^{-6}} \times (3.10^{-6})^2 \quad \Longrightarrow \quad \boldsymbol{\xi_T = 9.10^{-6}\, J}$$

2.4-détermination de la valeur maximale de l'intensité du courant dans le circuit :

Quand $q = 0$ on : $i = I_m$ l'expression de l'énergie totale s'écrit : $\xi_T = \frac{1}{2}L.I_m{}^2$

$$I_m{}^2 = \frac{2\xi_T}{L} \quad \Longrightarrow \quad I_m = \sqrt{\frac{2\xi_T}{L}}$$

$$I_m{}^2 = \frac{2\xi_T}{L} \quad \Longrightarrow \quad I_m = \sqrt{\frac{2\xi_T}{L}}$$

A.N : $I_m = \sqrt{\frac{2\times 9.10^{-6}}{2.10^{-2}}} = 0{,}02A \quad \Longrightarrow \quad \boldsymbol{I_m = 2.10^{-2}\, A}$

Autre méthode :

D'après la solution de l'équation différentielle : $q(t) = Q_m.\cos(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi)$

$i = \frac{dq}{dt} = -\frac{2\pi}{T_0}.Q_m.\sin\left(\frac{2\pi}{T_0}.t+\varphi\right)$ Qui s'écrit : $i(t) = -I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T_0}.t+\varphi\right)$

Avec : $I_m = \frac{2\pi}{T_0}.Q_m$ A.N : $I_m = \frac{2\pi}{6{,}28.10^{-4}} \times 3.10^{-6} = 3.10^{-2}\ A$

Exercice 3 :

Partie1 : Mouvement d'un solide sur un plan incliné

1-Justification de l'équation différentielle :

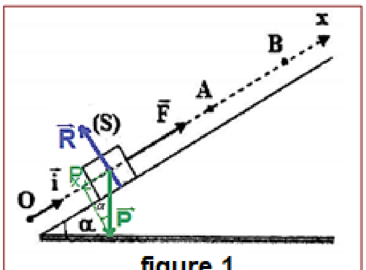


figure 1

Système étudié : { le solide (s)}

Bilan des forces :

$\vec{P}$: poids du solide , $\vec{R}$: réaction du plan incliné

$\vec{F}$: action de la force motrice

On considère le repère (O , $\vec{\imath}$) lié à la terre supposé galiléen.

On applique la deuxième loi de Newton :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G \Longrightarrow \vec{P}+\vec{R}+\vec{F} = m.\vec{a}_G$$

La projection sur l'axe Ox :

$$P_x + R_x + F_x = m.a_G$$

$$sin\alpha = -\frac{P_x}{P} \Longrightarrow P_x = -P.sin\alpha \quad \text{et} \quad R_x = 0 \quad \text{et} \quad F_x = 0$$

$$-m.g.sin\alpha + 0 + F = m.a_G \Longrightarrow \frac{d^2x_G}{dt^2} = \frac{-m.g.sin\alpha + F}{m}$$

L'équation différentielle : $\frac{d^2x_G}{dt^2} = \frac{F}{m} - g.sin\alpha \quad (*)$

2.1-La détermination graphique de a_G :

L'équation de la courbe de la figure 2 s'écrit : $V = a_G.t$

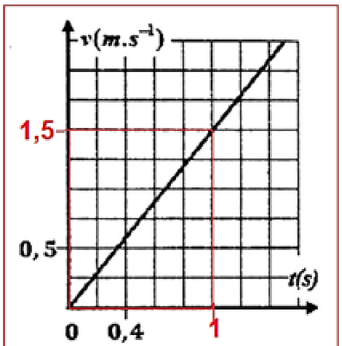


figure 2

Le coefficient directeur représente l'accélération a_G :

$$a_G = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{1{,}5-0}{1-0} = 1{,}5\ m.s^{-2}$$

2.2-Calcul de l'intensité de la force $\vec{F}$:

L'équation (*) s'écrit : $a_G = \frac{F}{m} - g.sin\alpha$

$$\frac{F}{m} = a_G + g.sin\alpha$$

$$F = m(a_G + g.sin\alpha)$$

AN :
$$F = 100 \times 10^{-3} \times (1{,}5 + 10 \times sin30°)$$

$$\boldsymbol{F = 0,65\ N}$$

3.1-La nature du mouvement de G entre A et B :

L'expression de l'accélération devient (F=0) : $a_G = -g.sin\alpha$

On a g et α sont constants et le mouvement de (s) est de translation rectiligne donc :

le mouvement de G entre A et B rectiligne uniformément (décéléré) variée.

3.2-La détermination de la distance AB :

L'équation de la vitesse : $v_G = a_G.t + v_A$ tel que v_A est la vitesse de G à t=0

Au point B la vitesse s'annule : $a_G.t + v_A = 0 \Longrightarrow t = -\frac{v_A}{a_G}$

L'équation horaire : $x_G = \frac{1}{2}a_G.t^2 + v_A.t + x_A$ tel que $x_A = x_G = 0$ l' abscisse de G à t=0

La distance AB est : $AB = x_B - x_A = \frac{1}{2}a_G.t^2 + v_A.t$ avec : $t = -\frac{v_A}{a_G} = -\frac{v_A}{-g.sin\alpha} = \frac{v_A}{g.sin\alpha}$

$$AB = \frac{1}{2}(-g.sin\alpha).\left(\frac{v_A}{g.sin\alpha}\right)^2 + v_A.\left(\frac{v_A}{g.sin\alpha}\right) \Longrightarrow AB = \frac{v_A^2}{2g.sin\alpha}$$

$$AB = \frac{2{,}4^2}{2 \times 10 \times \sin(30°)} = 0{,}576\ m \quad \Longrightarrow AB = 57{,}6\ cm$$

Deuxième méthode : on applique le théorème de l'énergie cinétique :

$$\Delta E_C = \underbrace{E_{CB}}_{=0} - E_{CA} = W_{AB}(\vec{P}) + \underbrace{W_{AB}(\vec{R})}_{=0}$$

$$0 - \frac{1}{2}m.v_A^2 = -m.g.h + 0$$

$$v_A^2 = 2gh = 2gAB.sin\alpha \quad \Longrightarrow AB = \frac{v_A^2}{2g.sin\alpha} = 0{,}576\ m \ \Longrightarrow AB = 57{,}6\ cm$$

Partie 2 : Mouvement d'un système {solide-ressort}

1-La détermination de la valeur de la période propre T_0 :

$$\Delta t = 10T_0 \quad \Longrightarrow T_0 = \frac{\Delta t}{10}$$

$$T_0 = \frac{3{,}14}{10} \Longrightarrow \boldsymbol{T_0 = 0{,}314\ s}$$

2-Déduction de la valeur de K :

D'après l'expression de la période propre : $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} \ \Longrightarrow \ T_0^2 = 4\pi^2\frac{m}{K}$

$$K = \frac{4\pi^2 m}{T_0^2}$$

AN : $K = \frac{4\pi^2 \times 100 \times 10^{-3}}{(0{,}314)^2} \quad \Longrightarrow \quad \boldsymbol{K = 40\ N.m^{-1}}$

3-En exploitant le diagramme d'énergie potentielle élastique on détermine :

a-l'amplitude X_m : $\boldsymbol{X_m = 0,04\ m = 4\ cm}$

b-L'énergie mécanique E_m :

Puisque l'énergie mécanique se conserve on écrit :

$$E_m = E_C + E_{Pe} = E_{Pe\,max}$$

$$E_{Pe\,max} = 8 \times 4 = 32\ mJ$$

$$\boldsymbol{E_m = 3,2.10^{-2}\ J}$$

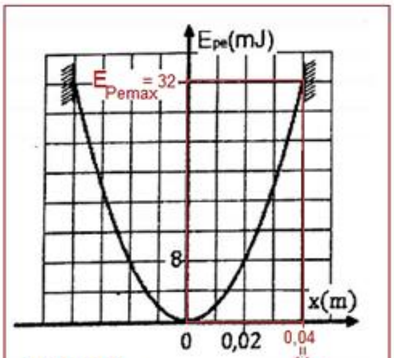


figure 4

c-La vitesse maximale V_m :

Grace à la conservation de l'énergie mécanique on écrit :

$$E_m = E_C + E_{Pe} = E_{C\,max}$$

$$E_m = \frac{1}{2} m\, V^2_{max} \Rightarrow V^2_{max} = \frac{2E_m}{m} \Rightarrow V_{max} = \sqrt{\frac{2E_m}{m}}$$

AN : $V_{max} = \sqrt{\frac{2\times 3,2.10^{-2}}{100\times 10^{-3}}} \Rightarrow V_{max} = \boldsymbol{0,8\ m.s^{-1}}$