

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

$$\tau = \frac{x_{\text{éq}}}{x_{\text{max}}}$$

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

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

$$x_{\text{éq}} = 10^{-pH} \cdot V$$

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

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

$$\tau = \frac{x_{\text{éq}}}{x_{\text{max}}} = \frac{10^{-pH} \cdot V}{C.V} \Rightarrow \tau = \frac{10^{-pH}}{C}$$

A.N :

$$\tau = \frac{10^{-2,7}}{5,0 \cdot 10^{-2}} \approx 0,04$$

$$\tau \approx 4\%$$

$\tau < 1$ Donc transformation est limitée.

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

L'expression de $Q_{r,\text{éq}}$:

$$Q_{r,\text{éq}} = \frac{[C_{13}H_{17}O_2^-]_{\text{éq}} \cdot [H_3O^+]_{\text{éq}}}{[C_{13}H_{18}O_2]_{\text{éq}}}$$

D'après le tableau descriptif :

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

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

On remplace dans $Q_{r,eq}$:

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

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

A.N : $Q_{r,eq} = \frac{10^{-2 \times 2,7}}{5,0 \cdot 10^{-2} - 10^{-2,7}} \Rightarrow Q_{r,eq} = 8,29 \cdot 10^{-5}$

1.3-Déduction de la valeur du pK_A :

D'après la définition de la constante d'acidité : $pK_A = -\log K_A$

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

$$pK_A = -\log Q_{r,eq}$$

A.N : $pK_A = -\log(8,29 \cdot 10^{-5}) \Rightarrow pK_A = 4,08$

2-Titrage d'une solution aqueuse d'ibuprofène

2.1-Les noms des éléments du dispositif expérimental :

- (1) Solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (solution titrant)
- (2) appareil pH -mètre
- (3) solution aqueuse d'ibuprofène (solution titré)
- (4) burette

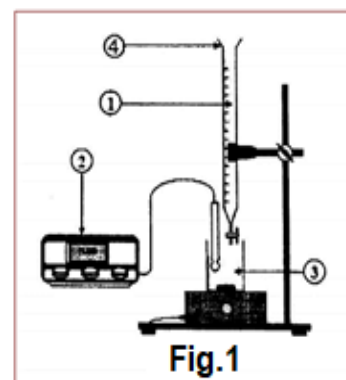


Fig.1

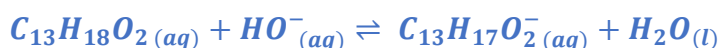
2.2-la courbe qui représente $pH = f(V_B)$:

Est la courbe (1)

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

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

2.4-L'équation de la réaction du dosage :



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

A l'équivalence on a :

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

$$n_A = C_B \cdot V_{BE}$$

A.N : $n_A = 1,94 \cdot 10^{-1} \times 10 \cdot 10^{-3} \Rightarrow n_A = 1,94 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

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

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

A.N : $m = 1,94 \cdot 10^{-3} \times 206 = 0,3996 \text{ g} \approx 0,4 \text{ g} \Rightarrow m \approx 400 \text{ mg}$

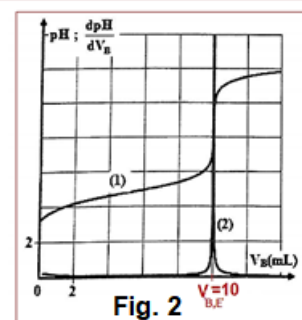


Fig. 2

On remarque que la valeur calculée de la masse m est approchée à celle indiquée 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 :



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

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

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

La réponse juste est C.

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

On dresse le tableau descriptif :

Equation de la réaction		$Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$					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 : $n_i(\text{Zn}) - x_{\max 1} = 0$

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

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

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

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

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

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

3- Détermination de la valeur de la durée Δt :

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

$$Q_{\max} = n(\text{é}).F = I. \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{n(\text{é}).F}{I}$$

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

A.N :

$$\Delta t = \frac{2 \times 5.10^{-2} \times 9,65.10^4}{100 \times 10^{-3}} = 96500 \text{ s} \Rightarrow \Delta t = 1 \text{ j } 2 \text{ h } 48 \text{ min } 20 \text{ s}$$

Exercice 1 : Ondes ultrasonores

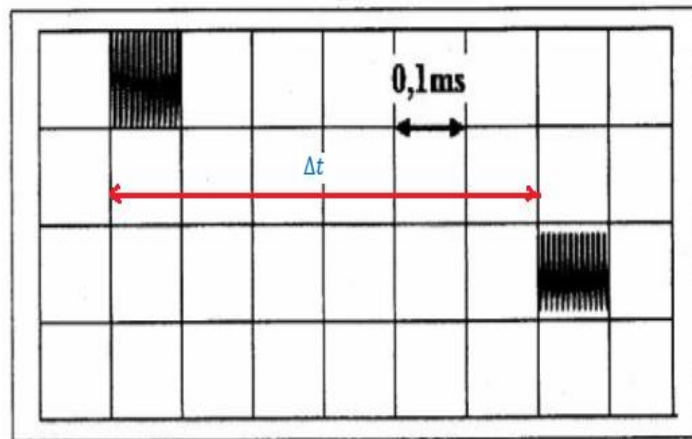
1-La nature de l'onde ultrasonore :

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 déterminé graphiquement :



$$\Delta t = 6 \times 0,1 \cdot 10^{-3} = 6 \cdot 10^{-4} s$$

$$c = \frac{1}{0,6 \cdot 10^{-3}} = 1666,67 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \approx 1667 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

La réponse juste est C

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

On a : $c = \lambda \cdot N$ c à d $\lambda = \frac{c}{N}$ A.N : $\lambda = \frac{1667}{40 \cdot 10^3} = 0,0417 \text{ m} = 41,7 \text{ mm}$

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 vice versa.

$$\Delta t_{\text{liquide}} = 0,9 \text{ s} > \Delta t_{\text{eau}} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

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

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)

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

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 linéaire en fonction du temps, son équation s'écrit : $u_C = k \cdot t$ (**) avec k le coefficient directeur :

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

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

$$C = \frac{I_0}{k} = \frac{0,5 \cdot 10^{-6}}{1} = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ F} \Rightarrow \mathbf{C = 0,5 \mu F}$$

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 : $u_L + u_C = 0$ (*)

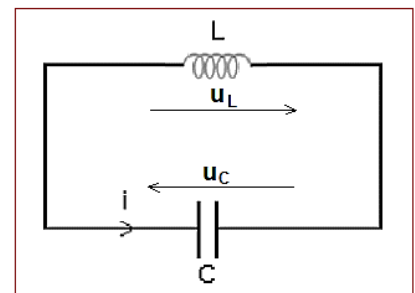
D'après la loi d'ohm : $u_L = L \cdot \frac{di}{dt}$

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

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

On remplace dans l'équation (*) : $L \cdot \frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{1}{C} \cdot q = 0$

L'équation différentielle : $\frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{1}{L \cdot C} \cdot q = 0$



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

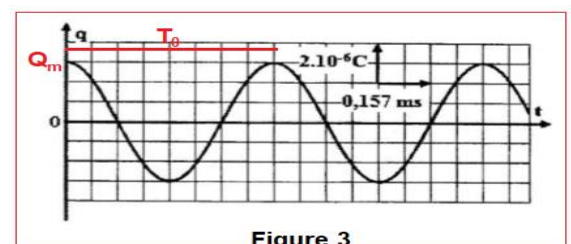
Régime périodique

2.2.1-Détermination des valeurs de Q_m , T_0 et φ ,

en exploitant le graphe de la figure (3) :

L'amplitude : $\mathbf{Q_m = 3 \cdot 10^{-6} C}$

La période propre :



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

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

La phase φ à $t=0$

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

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

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

Des relation (1) et (2) n écrit : $Q_m \cdot \cos\varphi = Q_m$ donc : $\cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$

2.2.2-Calcul de la valeur de L :

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

$$T_0^2 = 4\pi^2 L \cdot C \Rightarrow L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 C}$$

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

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 :

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

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 :

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

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

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 : $\xi_T = \frac{1}{2} L \cdot I_m^2$

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

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

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

Autre méthode :

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

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

Avec : $I_m = \frac{2\pi}{T_0} \cdot Q_m$ A.N : $I_m = \frac{2\pi}{6,28 \cdot 10^{-4}} \times 3 \cdot 10^{-6} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ A}$

Exercice 3 :

Partie 1 : Mouvement d'un solide sur un plan incliné

1-Justification de l'équation différentielle :

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 , $\vec{i}$) lié à la terre supposé galiléen.

On applique la deuxième loi de Newton :

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

La projection sur l'axe Ox :

$$P_x + R_x + F_x = m \cdot a_G$$

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

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

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

2.1-La détermination graphique de a_G :

L'équation de la courbe de la figure 2 s'écrit : $v = a_G \cdot t$

Le coefficient directeur représente l'accélération a_G :

$$a_G = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1,5 - 0}{1 - 0} = 1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

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

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

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

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

AN : $F = 100 \times 10^{-3} \times (1,5 + 10 \times \sin 30^\circ)$

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

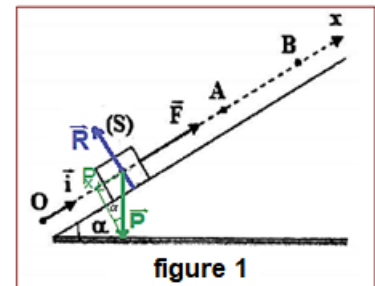


figure 1

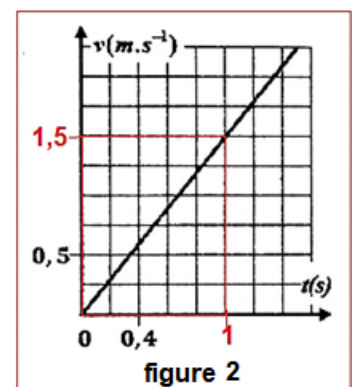


figure 2

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

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

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 : $v_G = a_G \cdot t + v_A$ tel que v_A est la vitesse de G à $t=0$

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

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

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

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

$$AB = \frac{2,4^2}{2 \times 10 \times \sin(30^\circ)} = 0,576 \text{ m} \Rightarrow AB = 57,6 \text{ cm}$$

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

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

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

$$v_A^2 = 2gh = 2gAB \cdot \sin \alpha \Rightarrow AB = \frac{v_A^2}{2g \cdot \sin \alpha} = 0,576 \text{ m} \Rightarrow AB = 57,6 \text{ cm}$$

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

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

$$\Delta t = 10T_0 \Rightarrow T_0 = \frac{\Delta t}{10}$$

$$T_0 = \frac{3,14}{10} \Rightarrow T_0 = 0,314 \text{ s}$$

2-Déduction de la valeur de K :

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

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

$$\text{AN : } K = \frac{4\pi^2 \times 100 \times 10^{-3}}{(0,314)^2} \Rightarrow K = 40 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

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

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

b-L'énergie mécanique E_m :

Puisque l'énergie mécanique se conserve on écrit :

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

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

$$E_m = 3,2 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

c-La vitesse maximale v_m :

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

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

$$E_m = \frac{1}{2} m v_{\text{max}}^2 \Rightarrow v_{\text{max}}^2 = \frac{2E_m}{m} \Rightarrow v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2E_m}{m}}$$

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

